

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**YLEISIMPIEN EVAKUOINTISUORITUSTEN VAATIMUKSET FYYSISELLE
SUORITUSKYVYLLE JÄÄKÄRIKOMPPANIAN HYÖKKÄYSTAISTELUSSA**

Kandidaatintutkielma

Kadetti
Jussi Salonen

Kadettikurssi 97
Huolto-opintosuunta

Maaliskuu 2013

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 97	Opintosuunta Huolto-opintosuunta
Tekijä Kadetti Jussi Salonen	
Opinnäytetyön nimi Yleisimpien evakuointisuoritusten vaatimukset fyysiselle suorituskyyvylle jääkärikomppanian hyökkäystaistelussa	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Maanpuolustuskorkeakoulun kurssikirjasto
Aika Maaliskuu 2013	Tekstisivuja 41 Liitesivuja 4
<p>TIIVISTELMÄ</p> <p>Varusmieskoulutus tähtää yksilöiden toimintakyvyn kehittämiseen ja sitä kautta suorituskyyvisten sodan ajan joukkojen tuottamiseen. Haavoittuneiden evakuointi on merkittävä huolto-toimenpide, jolla ylläpidetään joukon taistelukelpoisuutta. Se on yksi yleisimmistä ja kuor-mittavimmista sotilastehtävistä. Tutkielman tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat yleisimmät evakuointisuoritukset ja miten elimistö tuottaa niissä energiaa. Lisäksi pyrittiin määrittämään, mitkä kestävyys- ja voimaominaisuudet ovat yhteydessä yleisimpiin evakuointisuorituksiin.</p> <p>Tutkielma on laadullinen kirjallisuuskatsaus. Aineisto koostuu puolustusvoimien lähteistä, liikuntatieteellisestä kirjallisuudesta sekä pelastus-, poliisi-, ja sotilasalan lähteistä. Aiemmin tehdyn kokeellisen tutkimuksen tieto luokiteltiin ja analysoitiin teoriaohjaavalla sisällönana-lyysillä, joka eteni yksittäisistä tutkimustuloksista yleiseen teoriaan. Tutkielman tulokset si-dottiin tutkimuksen viitekehykseen eli jääkärikomppanian hyökkäystaisteluun sekä liikunta-tieteelliseen teoriaan energia-aineenvaihdunnasta, kestävyydestä ja voimasta.</p> <p>Analyysiin otettiin 17 tutkimusta. Aineistosta löydettiin neljä yleisintä evakuointisuoritusta: (1) yksi auttaja raahaa potilasta, (2) yksi auttaja kantaa potilasta palomiehenotteella, (3) kaksi auttajaa vetää potilasta ahkiolla ja (4) kaksi auttajaa kantaa potilasta paareilla. Evakuointi-matka suorituksissa oli keskimäärin 30–230 metriä, ja niihin kului aikaa keskimäärin 60–185 sekuntia. Suoritusten keston avulla arvioitiin energia-aineenvaihduntaa niissä. Evakuointisuo-rituksessa 1 korostui anaerobinen kapasiteetti. Maksimipuristusvoima oli tärkeää evakuointi-suorituksissa 1, 3 ja 4, minkä lisäksi aerobinen kapasiteetti, kyynärvarren koukistajalihasten kesto- ja maksimivoimat, rintalihasten voima sekä yläselän lihasten kesto- ja maksimivoimat korostuivat. Jalkojen anaerobinen kapasiteetti, vatsa- ja selkälilihasten sekä jalkojen ojentajali-hasten maksimivoimat olivat tärkeitä evakuointisuorituksessa 2.</p> <p>Yleisimmät evakuointisuoritukset toteutetaan selvästi raahaamalla tai paareilla. Palomie-henote ei sovellu vakavasti haavoittuneen evakuoimiseen. Energiantuotto suorituksissa oli keston perusteella pääosin anaerobista, mutta aerobinen kapasiteetti korostuneee todellisessa evakuointitehtävässä taistelukentällä. Anaerobisen kapasiteetin merkitystä pitäisi tutkia simu-loidussa taistelutilanteessa. Maksimipuristusvoima oli tärkeää useissa suorituksissa. Heikko puristusvoima voi rajoittaa haavoittuneen evakuoinnin suorittamista. Evakuoinnin apuväli-neiden, kuten sulkurenkaiden tai valjaiden, käyttökelpoisuutta puristusvoiman merkityksen vähentäjänä kannattaisi selvittää. Kyynärvarren koukistajalihakset sekä rinta- ja yläselän li-hakset tukevat keskeisesti ylävartaloa yleisimmissä evakuointisuorituksissa.</p>	
<p>AVAINSANAT</p> <p>jääkärikomppania, hyökkäys, haavoittunut, evakuointi, siirtotekniikka, evakuointisuoritus, fyysinen suorituskyyky, energia-aineenvaihdunta, kestävyys, voima</p>	

YLEISIMPIEN EVAKUOINTISUORITUSTEN VAATIMUKSET FYYSISILLE SUORITUSKYVYLLE JÄÄKÄRIKOMPPANIAN HYÖKKÄYSTAISTELUSSA

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TUTKIMUSONGELMA JA -MENETELMÄ.....	4
3	HAAVOITTUNEEN EVAKUOINTI (I).....	7
3.1	KENTTÄLÄÄKINTÄKETJU.....	7
3.2	JÄÄKÄRIKOMPPANIAN HYÖKKÄYSTAISTELU.....	8
3.3	SIIRTOTEKNIKAT EVAKUOINTISUORITUKSISSA.....	8
3.4	YHTEENVETO.....	9
4	ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA (II).....	11
4.1	RAVINTOAINEET ENERGIANLÄHTENÄ.....	11
4.2	ENERGIAJÄRJESTELMÄT.....	11
4.3	YHTEENVETO.....	13
5	KESTÄVYYYS (II).....	14
5.1	ANAEROBINEN KAPASITEETTI JA SEN MITTAAMINEN.....	14
5.2	AEROBINEN KAPASITEETTI JA SEN MITTAAMINEN.....	15
6	VOIMA (II).....	16
6.1	VOIMAN LAJIT.....	16
6.2	VOIMAN MITTAAMINEN.....	17
7	TULOKSET (III).....	18
7.1	YLEISIMMÄT EVAKUOINTISUORITUKSET.....	18
7.2	ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA YLEISIMMISSÄ EVAKUOINTISUORITUKSISSA.....	23
7.3	KESTÄVYYYS YLEISIMMISSÄ EVAKUOINTISUORITUKSISSA.....	23
7.3.1	EVAKUOINTISUORITUS 1.....	23
7.3.2	EVAKUOINTISUORITUS 2.....	24
7.3.3	EVAKUOINTISUORITUS 3.....	25
7.3.4	EVAKUOINTISUORITUS 4.....	25
7.4	VOIMA YLEISIMMISSÄ EVAKUOINTISUORITUKSISSA.....	27
7.4.1	EVAKUOINTISUORITUS 1.....	27
7.4.2	EVAKUOINTISUORITUS 2.....	29
7.4.3	EVAKUOINTISUORITUS 3.....	32
7.4.4	EVAKUOINTISUORITUS 4.....	32
7.5	YHTEENVETO.....	34
8	POHDINTA (IV).....	36
9	JOHTOPÄÄTÖKSET (IV).....	41

LÄHTEET

LIITTEET

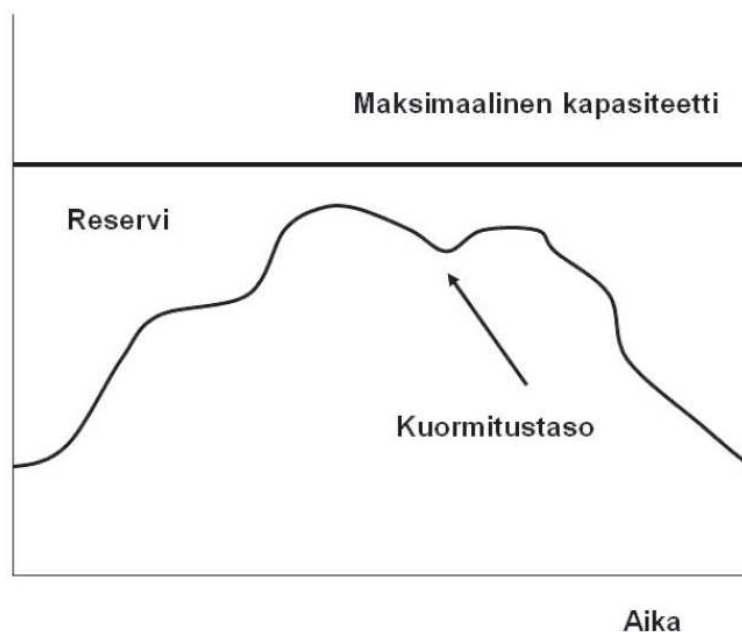
YLEISIMPIEN EVAKUOINTISUORITUSTEN VAATIMUKSET FYYSISELLE SUORITUSKYVYLLE JÄÄKÄRIKOMPPANIAN HYÖKKÄYSTAISTELUSSA

1 JOHDANTO

Yksilön toimintakyky koostuu fyysisen, psyykkisen, sosiaalisen ja eettisen osa-alueen muodostamasta kokonaisuudesta. Varusmieskoulutus tähtää asevelvollisten toimintakyvyn kehittämiseen. (Kouluttajan opas 2006, 13–14.) Saavutettu taktinen ja tekninen osaaminen ei yksin riitä (Kyröläinen 1998, 25). Erityisesti fyysinen toimintakyky joutuu varusmiespalveluksessa monin tavoin koetukselle. Esimerkiksi kaupunkijääkäriin taisteluvälineiden massa on jopa 30,3 kilogrammaa (Kokko 2008, 7). Lisäksi operaatiot ovat tulevaisuudessa yhä pitkäkestoisempia, ja sotilaat joutuvat toimimaan entistä pidempiä aikoja ilman lepoa. Taistelusta on palautettava yhä nopeammin. Yhä vaativammalla ja monimuotoisemmalla taistelukentällä sotilailta edellytetään ammatillisen osaamisen lisäksi siis erittäin hyvää fyysistä ja psyykkistä kuntoa, joka auttaa säilyttämään toimintakyvyn kaikkein vaativimmissakin olosuhteissa. (Kyröläinen & Santtila 2010, 141.)

Liikuntatieteen mukaan fyysinen suorituskyky tarkoittaa yksilön fyysistä kykyä suorittaa tehtävä tai toiminta. Fyysisen suorituskyvyn tärkeimmät osa-alueet ovat kestävyys, voima ja nopeus. (Kyröläinen 1998, 25–26.) Psyykkinen toimintakyky ja motivaatio vaikuttavat vahvasti fyysiseen suorituskykyyn (Pihlainen ym. 2011, 5). Yksilö väsyy fyysisessä suorituksessa sitä nopeammin, mitä pienempi reservi hänellä on maksimaalisen kapasiteetin ja tehtävän suorittamiseen vaaditun kuormitustason välillä (Kuvio 1). Sotilailta edellytetään hyvää fyysistä suorituskykyä, jotta palautuminen kuormittavasta tehtävästä on nopeaa ja toimintakyky säilyy. (Kyröläinen & Santtila 2010, 140–141.) Asevelvollisten fyysinen suorituskyky tulee koulutuksessa saada niin korkealle tasolle, että he kykenevät sodan aikana täyttämään taistelutehtävänsä menestyksellisesti vähintään kahden viikon ajan jatkuvassa taistelukokemuksessa. Lisäksi heidän pitää pystyä keskittämään kaikki voimavaransa 3–4 vuorokautta yhtämittaisesti kestäväan, vaativaan ratkaisutaisteluun. (Asevelvollisten fyysinen koulutus 2011, 4; Sotilaspedagogiikan perusteet 1998, 15–16.)

Fyysinen toimintakyky



Kuvio 1. Fyysinen toimintakyky ajan funktiona kuormittavassa tehtävässä. Reservi takaa riittävän palautumisen taistelukentällä. (Kyröläinen & Santtila 2010, 141.)

Yksilöiden toimintakyvyn kehittämisen myötä varusmieskoulutus tähtää suorituskyykyisten sodan ajan joukkojen tuottamiseen. Yksilöiden toimintakyky yhdistyy joukon suorituskyykyksi, jolla tarkoitetaan kykyä täyttää käsketyt tehtävät. Koulutuksen tulee vastata mahdollisimman hyvin sodan ajan toimintaympäristöä, jotta joukosta muodostuu mahdollisimman suorituskyykyinen ja taistelukelpoinen. (Kouluttajan opas 2006, 14.) Haasteeksi kuitenkin muodostuu se, että ”taistelukenttä on fyysisesti ja henkisesti niin vaativa, että sen todellisuutta on hyvin vaikea käsittää, saati havainnollistaa” (Sotilaspedagogiikan perusteet 1998, 14).

Kiivaissa taisteluissa joukon tappiot saattavat olla jopa 20 prosenttia vuorokaudessa, mistä haavoittuneiden osuudeksi on arvioitu 58 prosenttia. Yli 20 prosentin tappiot tarkoittavat, että joukko on taistelukelvoton. (Lääkintähuolto-opas, luonnos 2002, 48–49.) Ampumatarviketäydennykset ja haavoittuneiden evakuointi ovat tärkeimmät huoltotoimenpiteet, joilla ylläpidetään joukon taistelukelpoisuutta (Jääkärikomppanian opas, luonnos 1989, 88). Lisäksi tappioiden henkisesti lamaannuttavaa vaikutusta voidaan lieventää hyvin järjestetyllä haavoittuneiden ja kaatuneiden huollolla (Joukkueen Opas 2000, 31).

Haavoittuneen evakuointi on yleinen taistelukentän tehtävä riippumatta puolustushaarasta tai aselajista. Se on mahdollisesti myös yksi fyysisesti vaativimmista sotilastehtävistä. (Singh ym. 1991, 7–9.) Haavoittuneen taistelijan auttaminen sitoo aina vähintään yhden taistelijan. Mikäli

evakuointimatka on pitkä, haavoittuneen evakuointiin joutuu sitoutumaan useita taistelijoita. Taistelijan haavoittuminen johtaa siis kaikissa tilanteissa joukon suorituskyvyn ja taistelukelpoisuuden merkittävään laskuun. (P. Räsänen, henkilökohtainen tiedonanto 13.9.2012.) Tutkijan omien havaintojen ja kokemuksien mukaan haavoittuneen evakuointia koulutetaan ja harjoitellaan varusmiespalveluksessa hyvin vähän tällä hetkellä. Osa varusmiehistä ei kykene evakuoimaan toista taistelijaa, vaan he uupuvat lähes välittömästi.

Yksilöiden riittävällä fyysisellä suorituskyvyllä pystytään säilyttämään joukon suorituskyky ja taistelukelpoisuus äärimmäisissäkin tilanteissa. Tässä tutkielmassa selvitetään kirjallisuuskatsauksen avulla, miten taistelija kuormittuu haavoittuneen evakuoinnissa ja mitä vaatimuksia se asettaa fyysiselle suorituskyvylle (Taistelija 2005 – Fyysisen suorituskyvyn tutkimus 2004, 18). Tutkielman tavoitteena on selvittää, mitkä ovat yleisimmät evakuointisuoritukset ja miten elimistö tuottaa niissä energiaa. Lisäksi pyritään määrittämään, mitkä kestävyys- ja voimaominaisuudet ovat yhteydessä yleisimpiin evakuointisuorituksiin.

2 TUTKIMUSONGELMA JA -MENETELMÄ

Tutkimuksen viitekehys on haavoittuneen evakuointi jääkärikomppanian hyökkäystaistelussa, johon tulokset pyritään liittämään. Liikuntatieteellisellä teorialla luodaan pohja analysoitavan tutkimustiedon tulkinnalle. Tutkimustiedon analyysillä pyritään ratkaisemaan tutkimusongelma, joka on jaettu yhteen pääkysymykseen ja neljään alakysymykseen:

- Mitkä ovat yleisimpien evakuointisuoritusten vaatimukset fyysiselle suorituskyvylle?
 - 1) Mitkä ovat yleisimmät evakuointisuoritukset?
 - 2) Miten elimistö tuottaa energiaa yleisimmissä evakuointisuorituksissa?
 - 3) Mitkä kestävyysominaisuudet ovat yhteydessä yleisimpiin evakuointisuorituksiin?
 - 4) Mitkä voimaominaisuudet ovat yhteydessä yleisimpiin evakuointisuorituksiin?

Tehty tutkimus on laadullinen, millä tarkoitetaan rajatun aineiston sisältämän tiedon kuvausta. Tutkimus on luonteeltaan kirjallisuuskatsaus, jossa pääosin kirjallisten lähteiden sisältämä tieto aihealueesta koostetaan, jäsennellään ja kuvataan uudelleen loogisena kokonaisuutena. Aineisto on laadullinen, vaikka osa lähteistä sisältää määrällistä tietoa. Aineisto koostuu kotimaisista ja kansainvälisistä lähteistä, kuten ammatillisista ja tieteellisistä artikkeleista ja raporteista, muista julkaisuista ja oppaista. Lisäksi tukena käytetään muun muassa henkilökohtaisia tiedonantoja tutkimuksen aihealueiden asiantuntijoilta. (Eskola & Suoranta 2005, 13–16.) Aineisto sisältää lähteitä seuraavilta alueilta:

- Liikuntatieteellinen kirjallisuus.
- Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisut ja opinnäytteet.
- Pelastus-, poliisi- ja sotilasalan artikkelit, tutkimukset, opinnäytteet ja väitöskirjat.
- Puolustusvoimien voimassa olevat käsikirjat, normit, ohjesäännöt ja oppaat.
- Yhdysvaltojen asevoimien käsikirjat.

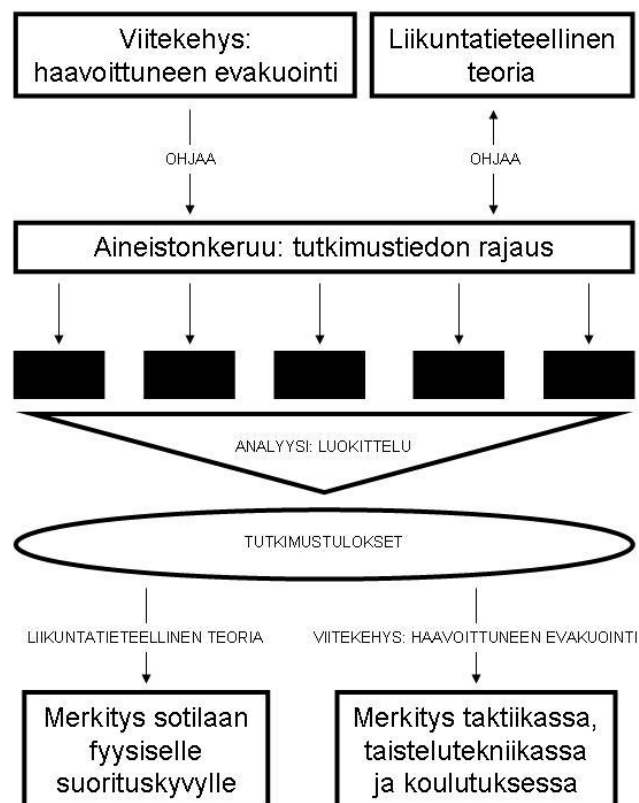
Aineistonkeruussa käytettiin useita valintaperusteita (Taulukko 1). Jokainen lähde arvioitiin lisäksi julkaisijan tai tekijän aiheeseen liittyvän asiantuntemuksen perusteella. Kestävyys- ja voimaominaisuuksien yhteydet haavoittuneen evakuointiin puuttuivat joistakin lähteistä, mutta niitä ei hylätty kokonaan sillä perusteella. Laadukkaita lähteitä käytettiin täydentämään tutkimuksen tärkeimmistä lähteistä saatuja tuloksia. Niitä ei kuitenkaan otettu mukaan analyysiin. Aineisto kerättiin kirjastoista ja tietokannoista. Aineiston kattavuutta arvioitiin kylläntymisen avulla, mikä tarkoitti käytännössä samanlaisten havaintojen tekemistä useista lähteistä aineistonkeruun yhteydessä (Eskola & Suoranta 2005, 60–63; Tuomi & Sarajärvi 2004, 89–

92). Lisäksi aineistoa rajasi huomattavasti käyttökelpoisten lähteiden vähäinen määrä, vaikka hakuja tehtiin useisiin tietokantoihin mukaan lukien globaalin tiedemaailman suurimmat tietokannat.

Taulukko 1. Aineistonkeruun perusteet aihealueittain. 1. peruste on tärkein.

AIHEALUE	1. PERUSTE	2. PERUSTE	3. PERUSTE
Viitekehys: haavoittuneen evakuointi	Käsittelee haavoittuneen evakuointia jääkärikomppanian hyökkäystaistelussa	Puolustusvoimien voimassa oleva lähde, joka on ajantasainen	Kansainvälinen lähde, joka tukee 2. perusteen lähteitä
Liikuntatieteellinen teoria	Käsittelee energia-aineenvaihduntaa, kestävyyttä tai voimaa	Kansainvälinen lähde, joka on mahdollisimman uusi	Kotimainen lähde, joka tukee 2. perusteen lähteitä
Kokeellisen tutkimuksen tieto	Tutkii haavoittuneen tai vastaavan evakuointia, joka tapahtuu ihmisvoimin	Fyysisen suorituskyvyn yhteydet haavoittuneen evakuointiin on esitetty selkeästi	Sopii tutkimuksen viitekehykseen

Tutkimustieto analysoidaan teoriaohjaavalla sisällönanalyysillä (Kuvio 2). Aineisto on valikoitu edellä mainituin perustein, jotka samalla rajaavat tutkimusta. Sisällönanalyysi etenee induktiivisesti eli yksittäisistä tutkimustuloksista yleiseen teoriaan. Tuloksille haetaan syvällisempi merkitys tutkimuksen viitekehyksen ja liikuntatieteellisen teorian kautta. (Tuomi & Sarajarvi 2004, 95–97, 116.) Analyysi toteutettiin neljässä vaiheessa, joiden perusteella tutkimus on myös jaettu neljään osaan. Tutkimuksen osa on merkitty jokaisen luvun otsikon loppuun roomalaisilla numeroilla, jotka ovat sulkeissa. Analyysin etenemistä ja tutkijan päättelyketjua on näin helpompi seurata ja ymmärtää.



Kuvio 2. Teoriaohjaava sisällönanalyysi tutkimuksessa.

Ensimmäisessä osassa (I) esitellään tutkimuksen viitekehys, joka on haavoittuneen evakuointi jääkärikomppanian hyökkäystaistelussa. Kenttälääkinnän hoitoketju käsitellään vain jääkärikomppanian ensihoitopaikalle asti. Ensiapu ja ensihoito on rajattu kokonaan tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkimuksessa käsitellään vain vakavasti haavoittuneen evakuointia, jossa haavoittunut ei kykene avustamaan itsensä siirtämisessä. Lisäksi määritellään tutkimuksessa käytettävät käsitteet, jotka liittyvät viitekehykseen. Toisessa osassa (II) kootaan liikuntatieteellinen teoria, jolla luodaan merkitys tutkimustiedolle. Teoria käsittelee energia-aineenvaihduntaa, kestävyyttä ja voimaa kerätyn tutkimustiedon edellyttämässä laajuudessa.

Kolmannessa osassa (III) esitetään aineistonkeruussa rajattu tutkimustieto, joka kvantifioitiin eli luokiteltiin pääluokkiin ja tarvittaessa alaluokkiin. Lopulta tutkimustieto koottiin taulukoihin, joista etsittiin samuutta. (Eskola & Suoranta 2005, 164–167; Tuomi & Sarajärvi 2004, 95–96.) Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin kehon koostumus, liikkuvuus ja sukupuolten väliset erot. Tutkimustiedon analyysissä hyödynnettiin soveltuvin osin frekvenssiä, keskiarvoa (μ), keskihajontaa (σ) sekä minimi- ja maksimiarvoja. Merkitsevyystasoa (p) ja korrelaatiokerrointa (r) hyödynnettiin, mikäli ne löytyivät valituista lähteistä. Kun yhteys ei ollut tilastollisella menetelmällä testattuna merkitsevä (not significant, NS), merkittiin $p = NS$. Korrelaatiokertoimelle annettiin analyysissä seuraava tasoluokitus: heikko ($r \leq \pm 0,3$), kohtalainen ($\pm 0,3 < r \leq \pm 0,6$), huomattava ($\pm 0,6 < r \leq \pm 0,8$) ja voimakas ($r > \pm 0,8$) yhteys (Seppänen ym. 2007, 54). Analysoitu tutkimustieto muodostuu pääosin pelastus-, poliisi- ja sotilasalan artikkeleista ja tutkimuksista. Neljännessä osassa (IV) arvioidaan ja pohditaan tulosten merkitystä sotilaan fyysisen suorituskyvyn ja tutkimukselle asetettujen tavoitteiden näkökulmasta. Tulokset sidotaan tutkimuksen viitekehykseen ja liikuntatieteelliseen teoriaan.

3 HAAVOITTUNEEN EVAKUOINTI (I)

Kenttälääkintä on tehostunut viimeisen vuosisadan aikana muun muassa taistelijakohtaisen ensiaputaidon paranemisen ja nopeutuneen potilaskuljetuksen vuoksi (Terveys ja toimintakyky 2001, 149). Nykyaikaiset aseet kuitenkin aiheuttavat määrällisesti enemmän ja laadultaan vaikeampia vammoja kuin ennen. Viivytyksetön ensiapu ratkaisee usein haavoittuneen eloonjäämisen, minkä vuoksi jokaisen sotilaan pitää pystyä antamaan ensiapua vähintään tyydyttävästi. Evakuoinnissa kriittisin vaihe on siirto tapahtumapaikalta jääkärikomppanian ensihoitopaikalle. (Koskenvuo 1993, 18–19.) Viivytyksetön evakuointi ensihoitopaikalle turvataan sillä, että haavoittuneiden evakuointia suunnitellaan ja harjoitellaan jo ryhmätasolla (Ryhmänjohtajan käsikirja 2003, 29). Hyvin järjestetty lääkintähuolto vaikuttaa joukon taistelutahtoon ja suorituskyykyyn myönteisesti (Siitonen 2012, 300–301). Tässä luvussa käsitellään kenttälääkintäketjua ja jääkärikomppanian hyökkäystaistelua, joiden pohjalta kuvataan haavoittuneen evakuointia jääkärikomppanian hyökkäystaistelussa. Lisäksi määritellään käsitteet siirtotekniikka ja evakuointisuoritus.

3.1 Kenttälääkintäketju

Kenttälääkintäketjulla tarkoitetaan taistelijaparin antamasta ensiavusta alkavaa sarjaa, jossa eri hoitopaikoilla täydennetään ensihoitoa. Kenttälääkintäketjun vaatimusten mukaan verenvuotoa hillitsevä ensihoito tulee kyetä aloittamaan kymmenessä minuutissa, lääkäritasoinen ensihoito tunnissa ja henkeä pelastava kirurginen ensihoito kahdessa tunnissa haavoittumisesta. Nopea verenvuotoa hillitsevä ensihoito taataan sillä, että kaikki taistelijat ovat saaneet hyvän taisteluensiapukoulutuksen ja joukoilla on erikoiskoulutettuja taistelupelastajia ja lääkintämiehiä. Jokaisella taistelijalla tulee olla vähintään ensiside. Lääkäritasoisesta ensihoidosta antaa jääkärikomppanian ensihoitoryhmä, joka perustaa ensihoitopaikan. (Siitonen 2012, 301–302.) Kirurgisesta ensihoidosta vastaa ensihoitojoukkue, joka perustaa jääkäripataljoonan ensihoitoaseman (Siitonen 2012, 302; Lääkintähuolto-opas, luonnos 2002, 88).

Taistelutilanteessa haavoittunut siirretään välittömästi suojaan maasto-oloja hyödyntäen. Lisävammojen syntymistä on pyrittävä välttämään siirtämisessä. (Tikka ym. 1993, 84.) Kun haavoittunut on saatu suojaan, hänelle annetaan viipymättä ensiapua. Auttajan tulee ilmoittaa haavoittuneesta taistelijasta esimiehelleen, joka käskää varsinaisen taistelutehtävän keskeyttämisen ja haavoittuneen evakuoimisen. Lääkintämies täydentää annettua ensiapua, aloittaa ensihoidon, tekee potilasselvityksen ja järjestää potilaan evakuoinnin ensihoitopaikalle. (Lää-

kintähuolto-opas, luonnos 2002, 60, 64–65.) Haavoittunut evakuoidaan pääsääntöisesti ihmisvoimin tapahtumapaikalta eteenpäin. Tehtävään voidaan käyttää paareja, ahkiota tai tarvittaessa tilapäisvälineitä. (Terveys ja toimintakyky 2001, 153; Tikka ym. 1993, 84.) Joukko evakuoii haavoittuneen joko ajoneuville tai ensihoitopaikalle (Joukkueen Opas 2000, 77; Jääkärikomppanian opas, luonnos 1989, 194).

3.2 Jääkärikomppanian hyökkäystaistelu

Jääkärikomppania etenee hyökkäyksessä yleensä siten, että kaksi jääkärijoukkuetta on rinnakkain viholliskosketukseen asti. Kolmas jääkärijoukkue etenee pääosien jäljessä suuntauraa pitkin. (Komppanian taisteluohje 2008, 117.) Jääkärijoukkueen hyökkäysryhmituksen leveys on noin 150 metriä (Joukkueen Opas 2000, 162–164). Hyökkäyksen pituus lähtöasemasta murtokohtaan vaihtelee 500 metrillä aina kahteen kilometriin. Ensihoitoryhmä perustaa ensihoitopaikan lähtöasemaan tai siirtyy hyökkäyksen jäljessä. Ajoneuvoja valmistaudutaan käyttämään haavoittuneiden evakuoinnissa. (Komppanian taisteluohje 2008, 98, 116–117.) Mikäli ajoneuvoja ei voida hyödyntää, haavoittuneet evakuoidaan kantaen, ahkiolla tai moottorikelkalla. Tarvittaessa määrätään kantajaosastoja. Kun jääkärikomppanian taistelevat osat ovat tavoitteessa ja taistelutilanne sallii, ensihoitopaikka siirretään tavoitteen alueelle. (Jääkärikomppanian opas, luonnos 1989, 210–212.) Ensihoitopaikka siirtyy jääkärikomppanian komento-osien mukana (Lääkintähuolto-opas, luonnos 2002, 137).

Tapahtumapaikalla haavoittuneelle annetaan ensiapua, jota lääkintämies täydentää. Taistelutilanteen salliessa jääkäriryhmän johtaja käskää haavoittuneen evakuoinnin. Haavoittunut siirretään ihmisvoimin suuntauran varteen. Haavoittunut evakuoidaan suuntauralta joko ajoneuvolla tai kantajaosaston toimesta ensihoitopaikalle. (Jääkärikomppanian opas, luonnos 1989, 194–195.) Evakuointinopeus ajoneuvolla on alle kymmenen kilometriä tunnissa sen mukaan, millaisessa maastossa toimitaan (Lääkintähuolto-opas, luonnos 2002, 52). Nopeus paareilla kannettaessa on noin puoli kilometriä tunnissa (Terveys ja toimintakyky 2001, 153).

3.3 Siirtotekniikat evakuointisuorituksissa

Haavoittunut tulee pelastaa taistelutilanteesta eli siirtää maaston antamaan suojaan. Se onnistuu parhaiten vetämällä häntä maata pitkin vaatteista, varusteista, kainaloista tai käsistä. (First Aid 2002, Appendix B, 14–16; Tikka ym. 1993a, 613–614.) Suojaisemmassa maastossa auttaja voi kantaa haavoittunutta selässä niin sanotulla palomiehenotteella tai vetää pystyasennossa

käsistä, varusteista tai tilapäisvälineitä käyttäen (First Aid 2002, Appendix B, 6–9, 11–13, 18–21). Mikäli auttajia on kaksi tai useampia, haavoittunut voidaan nostaa ja siirtää esimerkiksi kainaloista ja jaloista, vaatteista, huovalla tai paareilla (First Aid 2002, Appendix B, 24, 26–27; Tikka ym. 1993b, 619). Haavoittuneen siirtämiseen on useita tapoja, joista valitaan parhaiten soveltuvat tilanteen mukaan. Siirtotekniikalla tarkoitetaan kokonaisuutta, joka käsittää auttajien lukumäärän ja evakuointitavan.

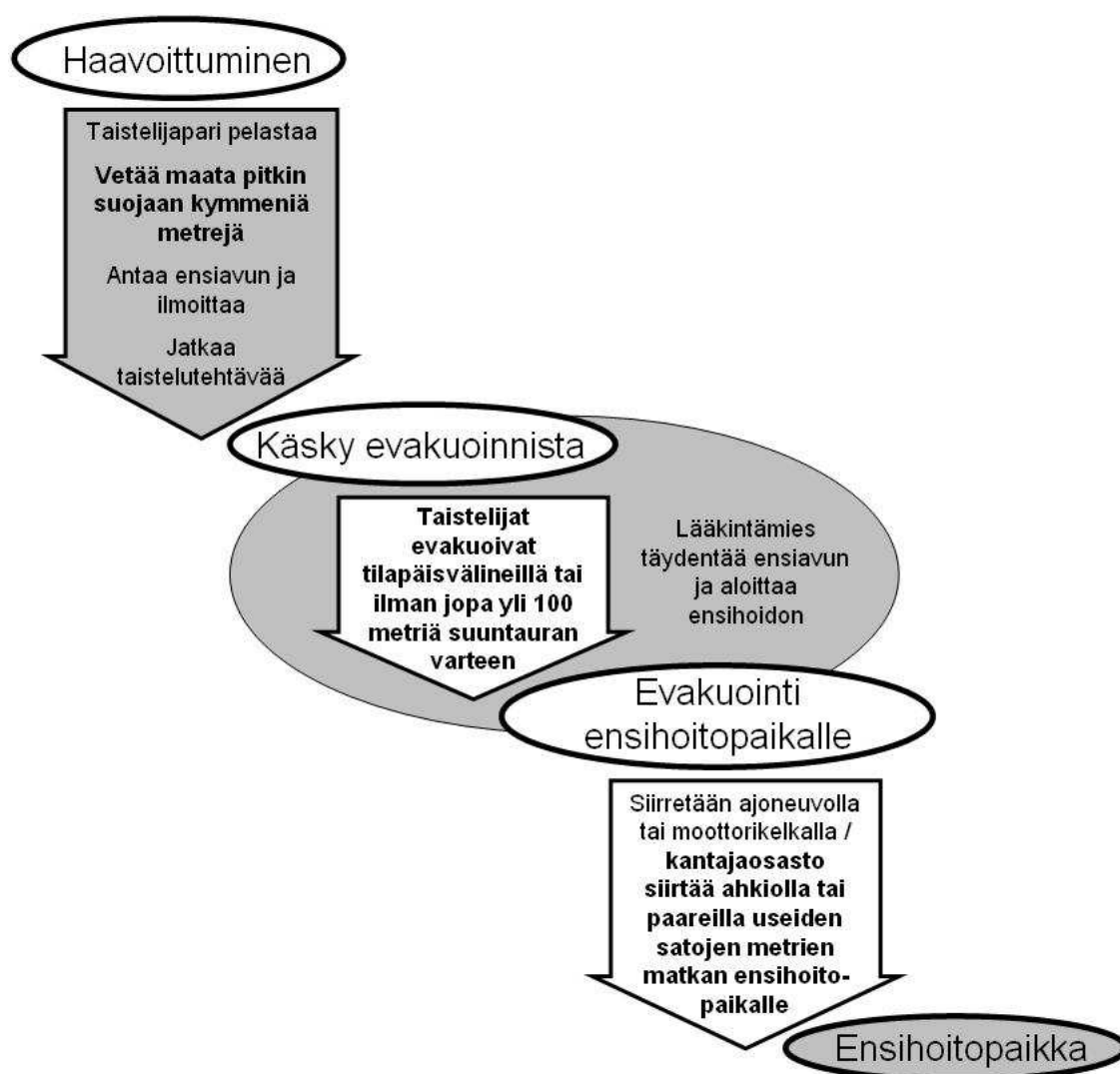
Aluksi haavoittunutta saattaa olla pelastamassa vain yksi auttaja, jolloin evakuointimatka on käytännön syistä melko lyhyt. Taistelutilanteessa haavoittuneen vetäminen suojaan varusteista on usein käyttökelpoinen siirtotekniikka, koska näin voidaan pysyä matalana suojassa vihollisen tulelta (First Aid 2002, Appendix B, 14; Tikka ym. 1993a, 613). Haavoittunutta evakuoidaan kuitenkin harvoin pitkiä matkoja vetämällä maata pitkin, koska se on äärimmäisen hidasta. Pitemmillä matkoilla haavoittunutta kannattaa siirtää esimerkiksi varusteista kiinni pitäen auttajan selässä tai kantamalla kainaloista ja jaloista, kun auttajia on kaksi (First Aid 2002, Appendix B, 24). Siirtotekniikan valinnalla voidaan vaikuttaa siihen, kuinka kauan haavoittunutta jaksetaan evakuoida. Tehtävän kuormittavuutta säädellään vaikuttamalla sen intensiteettiin eli voimakkuuteen ja kestoon (McArdle ym. 2006, 203). Evakuointisuorituksella tarkoitetaan kokonaisuutta, joka käsittää siirtotekniikan, matkan ja keston.

3.4 Yhteenveto

Hyvin toteutetulla haavoittuneiden evakuoinnilla voidaan pelastaa ihmishenkiä, mikä vaikuttaa taistelutahtoon ja välillisesti joukon suorituskyykyyn. Laadukas taisteluensiapukoulutus ja viivytyksetön ensivaiheen evakuointi ensihoitopaikalle ovat merkittävässä roolissa. Tapahtumapaikalla ei voida tehdä merkittäviä hoitotoimenpiteitä, minkä vuoksi evakuoinnin nopeus korostuu (S. Markkanen, henkilökohtainen tiedonanto 6.9.2012). Taistelutehtävä menee haavoittuneiden evakuoinnin edelle, minkä vuoksi evakuointia on tärkeää suunnitella etukäteen. Tilanteesta riippumatta tulee pyrkiä kenttälääkintäketjulle asetettujen vaatimusten täyttämiseen.

Haavoittuneen evakuointi jääkärikomppanian hyökkäyksessä on monivaiheinen prosessi (Kuvio 3). Haavoittunut pelastetaan tulen alta heti, kun taistelutilanne sen sallii. Usein taistelijapari vetää haavoittunutta maata pitkin esimerkiksi kuoppaan. Evakuointisuorituksen kesto on lyhyt ja matka enintään kymmeniä metrejä. Taistelijapari antaa maaston suojassa välittömän ensiavun ja ilmoittaa haavoittumisesta. Taistelutilanteen salliessa jääkäriryhmän johtaja käs-

kee haavoittuneen evakuoinnin suuntauran varteen. Evakuointisuorituksessa auttajia kannattaa olla vähintään kaksi ja tilapäisvälineitä tulee käyttää, mikäli se on mahdollista. Evakuointimatka saattaa olla yli 100 metriä, kun jääkärijoukkueen hyökkäysryhmyksen leveys on 150 metriä. Jääkärijoukkueen lääkintämies täydentää ensiavun ja aloittaa ensihoidon joko tapahtumapaikalla tai viimeistään suuntauralla. Haavoittunut evakuoidaan edelleen ensihoitopaikalle ajoneuvolla tai kantajaosaston toimesta. Mikäli haavoittunut joudutaan siirtämään ihmisvoimin, kantajaosastossa on oltava useita auttajia. Matka on useita satoja metrejä, koska jääkärikomppanian hyökkäyksen pituus voi olla jopa kaksi kilometriä.



Kuvio 3. Yhteenvetokaavio haavoittuneiden evakuoinnista jääkärikomppanian hyökkäystaistelussa. Ihmisvoimin toteutettavat evakuointisuoritukset on lihavoitu ja harmaalla on merkitty vaiheet, joissa annetaan ensiapua tai -hoitoa.

4 ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA (II)

Ihminen on jatkuvasti riippuvainen energiasta. Ruuan kautta ihminen saa elintärkeää energiaa elimistönsä perusaineenvaihduntaan ja liikkumisen tarpeisiin. Osa ruuan sisältämästä energiasta varastoidaan lyhytaikaisesti elimistöön ja käytetään soluissa adenosiinitrifosfaattina (ATP), joka on korkeaenerginen yhdiste. Metabolia eli aineenvaihdunta käsittää kaikki ne prosessit, joiden kautta ATP:a muodostetaan uudelleen. (Wilmore & Costill 2004, 119–120.) ATP:sta vapautuneesta energiasta vain noin 28 prosenttia kyetään käyttämään liikkeen tuottamiseen eli ulkoiseen työhön. Loput energiasta muuttuu pääosin lämmöksi. (Wasserman ym. 2005, 59.) Tässä luvussa käsitellään elimistön energiantuottoa kokonaisuutena, joka käsittää eri ravintoaineiden ja energiajärjestelmien roolit metaboliassa.

4.1 Ravintoaineet energianlähteenä

Ravintoaineiden osuudet energianlähteenä vaihtelevat hyvin paljon, mihin vaikuttavat suorituksen intensiteetti ja kesto. Hiilihydraatit ovat elimistön pääasiallinen energianlähde. Hyvin voimakkaassa kuormituksessa hiilihydraateista voidaan tuottaa energiaa kaksinkertaisella nopeudella verrattuna rasvoihin ja proteiineihin. Lisäksi hiilihydraatit säästävät proteiineja. (McArdle ym. 2006, 8, 15–19.) Rasvametabolia on hidas tapa tuottaa energiaa, minkä vuoksi rasvojen osuus energianlähteenä on pieni voimakkaassa kuormituksessa (Wilmore & Costill 2004, 121).

Hiilihydraattien puutteellisella saannilla voidaan lisätä rasvametaboliaa. Kevyessä tai kohtuullisessa kuormituksessa rasvoista tuotetaan noin 50–70 prosenttia tarvittavasta energiasta. Pitkäkestoisessa suorituksessa rasvojen osuus saattaa kohota 80 prosenttiin. (McArdle ym. 2006, 15–16, 27–31.) Proteiineja käytetään energiaksi, kun muut energiavarastot ovat ehtyneet. Proteiineilla voidaan tuottaa 5–10 prosenttia energiasta pitkäkestoisessa suorituksessa. (Wilmore & Costill 2004, 121.)

4.2 Energiajärjestelmät

Fyysinen aktiivisuus lisää huomattavasti energiantarvetta. Matalaintensiteetisessä suorituksessa energiantarve saattaa nousta 20–30-kertaiseksi lepotasoon verrattuna ja korkeaintensiteetisessä suorituksessa jopa 120-kertaiseksi. Elimistö käyttää erilaisia energiajärjestelmiä, mikä riippuu suorituksen intensiteetistä ja kestosta. (McArdle ym. 2006, 166.) ATP:n uudel-

leenmuodostaminen tapahtuu joko anaerobisen eli hapettoman tai aerobisen eli hapellisen metabolian kautta (Wilmore & Costill 2004, 123). Energiajärjestelmiä on kolme: välitön, lyhytaikainen ja pitkäaikainen energiajärjestelmä (McArdle ym. 2006, 166–173).

Välittömällä energiajärjestelmällä tarkoitetaan prosessia, jossa kreatiinifosfaatista (KP) muodostetaan uudelleen ATP:a. Tämä prosessi tapahtuu hyvin nopeasti ja anaerobisesti. Välitöntä energiajärjestelmää käytetään suorituksen alkuvaiheessa. Järjestelmällä kyetään tyydyttämään lihasten energiantarve 3–15 sekunnin ajan maksimaalisessa suorituksessa. Lihaksen ATP- ja KP-varastot siis ehtyvät, jolloin tapahtuu uupuminen. (Wilmore & Costill 2004, 123–124.)

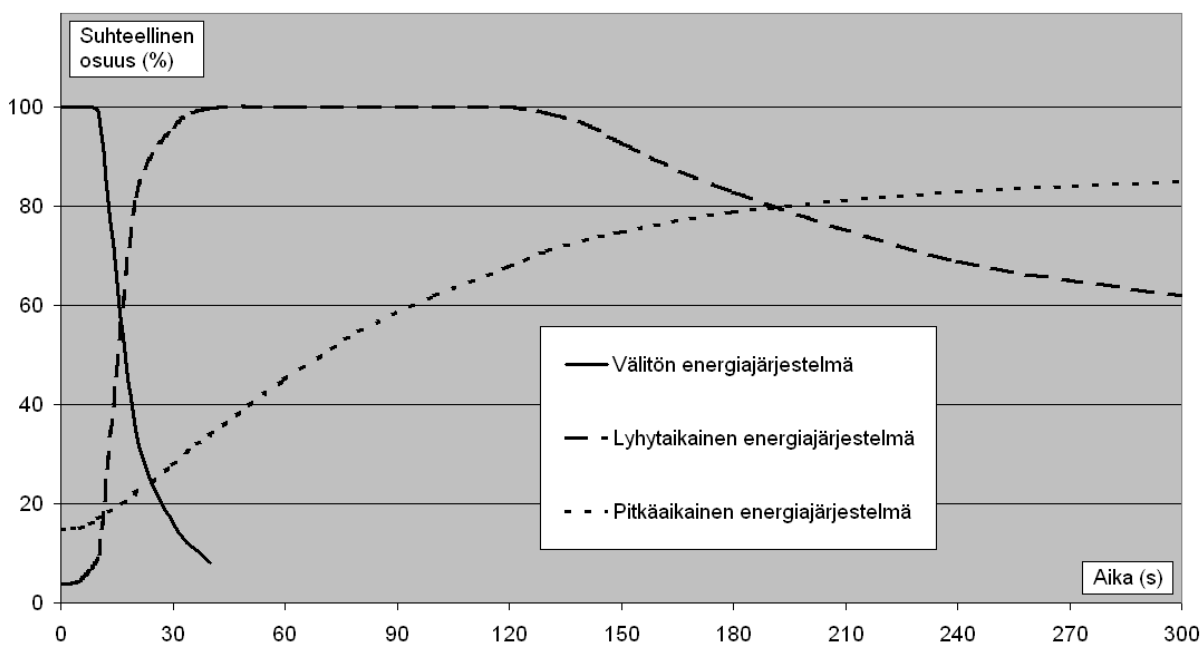
Lyhytaikaisella energiajärjestelmällä tarkoitetaan prosessia, jossa pääasiassa lihaksiin varastoidusta glykokeenistä tuotetaan ATP:a anaerobisessa glykolyysissä. Järjestelmää käytetään, kun elimistöllä ei ole saatavilla tarpeeksi happea tai lihasten kyky tuottaa energiaa aerobisesti ylitetään. (McArdle ym. 2006, 166.) Anaerobisessa glykolyysissä syntyy palorypälehappoa, joka muuttuu maitohapoksi ja hajoaa edelleen laktaatiksi. Tällöin vapautuu vetyioneja. (Wilmore & Costill 2004, 124–125.) Vetyionit aiheuttavat lihassoluissa ja verenkierrossa pH:n laskua eli happamuutta, mikä on osittain yhteydessä väsymykseen. Laktaatti voidaan käyttää energiaksi esimerkiksi sydänlihassoluissa, joilla on korkea oksidatiivinen kapasiteetti eli hapeuskyky. Lisäksi laktaatista voidaan muodostaa glukoosia Corin syklissä, joka tapahtuu joko maksassa tai munuaisissa. (McArdle ym. 2006, 150–151, 166–167.) Välittömällä ja lyhytaikaisella energiajärjestelmällä kyetään täyttämään lihasten energiantarve maksimaalisessa suorituksessa, jonka kesto on korkeintaan 120 sekuntia (Wilmore & Costill 2004, 125).

Pitkäaikaisella energiajärjestelmällä tarkoitetaan prosesseja, joissa ATP:a muodostetaan uudelleen aerobisesti lihassolujen mitokondrioissa. Lihakset tarvitsevat energiaa tasaisesti pitkäkestoisissa suorituksissa. Järjestelmällä on käytössä huomattavat energiavarastot verrattuna välittömään ja lyhytaikaiseen energiajärjestelmään. Jotta energiaa voidaan tuottaa aerobisesti, elimistön on kyettävä kuljettamaan riittävästi happea metabolisesti aktiivisille lihaksille. Järjestelmä käyttää useita prosesseja, joissa hyödynnetään eri ravintoaineita. Hiilihydraateista tuotetaan energiaa aerobisessa glykolyysissä, Krebsin syklissä tai elektronisiirtoketjussa. Rasvoista tuotetaan energiaa β -oksidaatiossa, Krebsin syklissä tai elektronisiirtoketjussa. Jotkut aminohapot voidaan muuttaa esimerkiksi glukoosiksi tai palorypälehapoksi, jotka käytetään edelleen ATP:n tuottoon. (Wilmore & Costill 2004, 126–131.)

4.3 Yhteenveto

Energiantarpeen ja energiantuoton tulee olla tasapainossa, jotta elimistö pystyy ylläpitämään suorituskyyä. Ravintoaineilla on erilaiset roolit energia-aineenvaihdunnassa. Lyhytkestoisissa ja korkeaintensiteettisissä suorituksissa käytetään pääasiassa hiilihydraatteja. Rasvojen käyttö korostuu pitempikestoisissa kestävyyttä vaativissa suorituksissa. Proteiinit ovat elimistön hätävara.

Energiajärjestelmiä käytetään erilaisissa suorituksissa. Määräävät muuttujat ovat kesto ja intensiteetti. Kaikki energiajärjestelmät ovat kuitenkin samanaikaisesti käytössä, mutta niiden suhteelliset osuudet energiantuotosta vaihtelevat (Kuvio 4). Välitöntä energiajärjestelmää käytetään hyvin lyhytkestoisissa suorituksissa. Lyhytaikaisella energiajärjestelmällä voidaan anaerobisesti jatkaa suoritusta. Lisäksi lyhytaikaista energiajärjestelmää käytetään sellaisissa tilanteissa, missä henkilön aerobinen kapasiteetti ylitetään. Pitkäaikaisella energiajärjestelmällä voidaan ylläpitää kohtuullista suorituskyyä hyvin pitkään.



Kuvio 4. Energiajärjestelmien suhteellinen osuus maksimikapasiteetista ajan funktiona maksimaalisessa suorituksessa. Anaerobinen energiantuotto korostuu suorituksen alussa, ja aerobisen energiantuoton osuus kasvaa suorituksen keston pidentyessä. (McArdle ym. 2006, 230–231; Wilmore & Costill 2004, 131.)

5 KESTÄVYYS (II)

Kestävyys on kykyä vastustaa väsymystä. Metabolisesti aktiivisten lihasten energiansaannin riittävyys määrittää kestävyysuorituskykyä. Energia-aineenvaihdunnan perusteella kestävyys jaetaan anaerobiseen ja aerobiseen. Suoritustehon nostaminen kasvattaa anaerobisen energiantuoton osuutta. Energia-aineenvaihdunnalliset tekijät ovat yhteydessä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakykyyn. Henkilön fyysistä kestävyyttä voidaan arvioida esimerkiksi sydämen sykkeen, hapenkulutuksen ja veren laktaattipitoisuuden avulla. (Kyröläinen 1998, 27.) Tässä luvussa käsitellään anaerobista ja aerobista kapasiteettia sekä niiden mittaamista.

5.1 Anaerobinen kapasiteetti ja sen mittaaminen

Lyhytaikaisen energiajärjestelmän toimintakykyä kuvaa anaerobinen kapasiteetti, joka korostuu etenkin alle kolme minuuttia kestävässä maksimaalisissa suorituksissa. Veren laktaattipitoisuuden nousu on yhteydessä anaerobiseen kapasiteettiin. Mitä enemmän energiaa kyetään tuottamaan anaerobisesti lyhytaikaisella energiajärjestelmällä, sitä korkeammaksi nousee veren laktaattipitoisuus. Harjoitelleilla henkilöillä laktaattipitoisuuden nousu tapahtuu suhteellisesti korkeammalla kuormitustasolla kuin harjoittelemattomilla. Anaerobinen kapasiteetti kuvaa myös elimistön kykyä puskuroida lihasten ja veren happamoitumista. (McArdle ym. 2006, 166–168, 233–238.)

Anaerobinen kapasiteetti voidaan määrittää lyhytkestoisilla ja maksimaalisilla testeillä, joita ovat muun muassa juoksu-, sukkulajuoksu- ja polkupyöräergometritesti. Wingaten polkupyöräergometritestissä suoritus aika on niinkin lyhyt kuin 30 sekuntia. Testattava lämmittelee kuntopyörällä 3–5 minuuttia, minkä jälkeen hän polkee mahdollisimman nopeasti. Kolmen sekunnin kuluessa asetetaan määritetty vastus. Testattava jatkaa suoritusta täydellä teholla 30 sekuntia. Suorituksesta määritetään yleensä tehon huippu (P_{peak}) ensimmäisen viiden sekunnin ajalta, testatun henkilön massa suhteutettu tehon huippu, anaerobinen väsymys eli suhteellinen tehon lasku ja anaerobinen kapasiteetti eli tehty työ. (McArdle ym. 2006, 233–236). Lisäksi voidaan määrittää keskimääräinen teho (P_{mean}).

5.2 Aerobinen kapasiteetti ja sen mittaaminen

Pitkäaikaisen energiajärjestelmän toimintakykyä kuvaa aerobinen kapasiteetti. Maksimaalinen hapenkulutus (VO_{2max}) on vahvassa yhteydessä aerobiseen kapasiteettiin. Maksimaalisen hapenkulutuksen lisäksi kapillaaritiheys, entsyymitoiminta, mitokondrioiden koko ja määrä sekä lihassolujen tyyppi vaikuttavat kestävyys suorituskykyyn. Maksimaalisen hapenkulutuksen sijasta voidaan käyttää hapenkulutuksen huippua (VO_{2peak}), kun maksimaalista hapenkulutusta ei havaita tai testi joudutaan keskeyttämään ennen kuin maksimaalinen hapenkulutus saavutetaan. (McArdle ym. 2006, 239–240.) Hapenkulutus voidaan ilmoittaa absoluuttisena arvona. Testattavan henkilön massa kuitenkin vaikuttaa arvoon, minkä vuoksi se ilmoitetaan usein massa suhteutettuna arvona. Naisilla maksimaalinen hapenkulutus on kuitenkin aina pienempi. Vaikka suhteellinen arvo on luotettavampi kuin absoluuttinen, sukupuolten välinen ero on edelleen 15–20 prosenttia. (Nummela 2004, 52–53.)

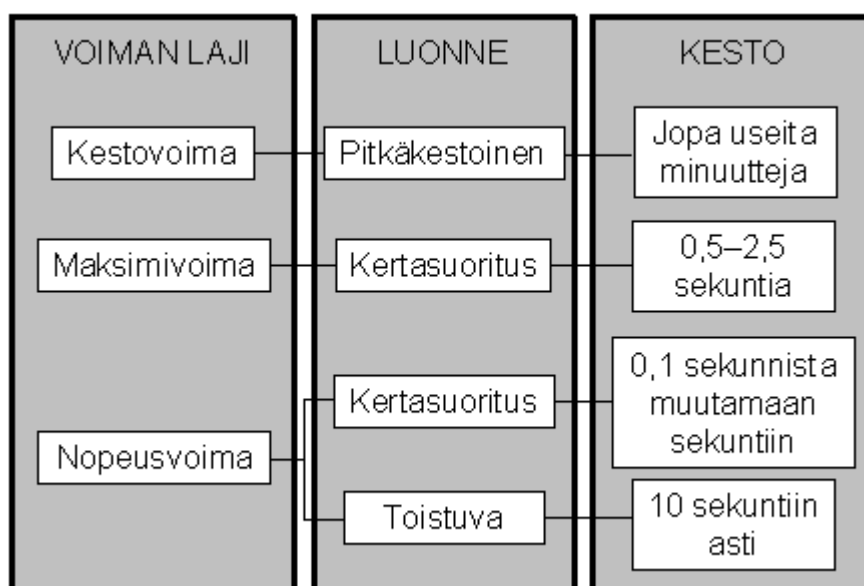
Aerobista kapasiteettia arvioidaan maksimaalisen hapenkulutuksen avulla. Testin tulee aktiivoida suuria lihaksia sekä mahdollistaa intensiteetin ja keston puolesta pitkäaikaisen energiajärjestelmän aktivoituminen. Testin kesto on esimerkiksi 3–5 minuuttia. Maksimaalinen hapenkulutus ja hapenkulutuksen huippu määritetään suorilla testeillä, joissa hapenkulutusta mitataan hengityskaasuanalysointilaitteella. Maksimaalinen hapenkulutus on löydetty, kun hapenkulutus alkaa testin aikana laskea. Hapenkulutuksen huippu voidaan määrittää eri tekijöiden perusteella. Huippu on löydetty esimerkiksi, kun testattavan syke saavuttaa iän perusteella arvioidun maksimisykkeen tai hengitysosamäärä ylittää arvon 1,15. Suoria testejä ovat muun muassa juoksu- ja kävelytestit juoksumatolla, askeltestit ja polkupyörätestit kuntopyörällä. Osa testeistä suoritetaan uupumukseen asti. Testi on jatkuva tai epäjatkuva. Jatkuvässä testissä intensiteettiä nostetaan progressiivisesti eikä palautumis- tai lepojaksoja ole. Epäjatkuvassa testissä intensiteettiä nostetaan progressiivisesti, mutta välillä on palautumisjaksoja. Intensiteettiä muutetaan esimerkiksi nopeuden tai juoksumaton nousukulman avulla. Maksimaalista hapenkulutusta voidaan arvioida myös epäsuorilla kävely-, juoksu- ja askeltesteillä, kuten Cooperin 12 minuutin juoksumatolla. (McArdle ym. 2006, 186–188, 239–251.)

6 VOIMA (II)

Hermolihasjärjestelmän avulla tuotetaan voimaa erilaisilla suoritustekniikoilla (Suni 2005, 33). Voimantuottoa määrittävät lihasaktivaation määrä ja ajoitus, lihasten poikkipinta-ala (A), lihaspituus sekä lihastyötapa (Häkkinen 2004, 125–127). Lihastyötavat ovat isometrinen ja dynaaminen, joka jaetaan edelleen eksentriseen ja konsentriseen. Isometrisessä lihastyössä lihaksen pituus ei muutu. Dynaamisessa lihastyössä se muuttuu. Eksentrisessä lihastyössä lihas pitenee ja konsentrisessä lihastyössä se lyhenee. (McArdle ym. 2006, 518–520.) Voimaominaisuuksiin vaikuttavat myös motoristen yksiköiden lihassolujakauma, johon vaikuttavat perinnölliset tekijät. Yksilö, jolla on enemmän nopeita lihassoluja, on usein nopeampi. (Kyröläinen 1998, 28.) Tässä luvussa käsitellään voiman lajeja ja mittaamista.

6.1 Voiman lajit

Voima jaetaan kolmeen lajiin: kestovoima, maksimivoima ja nopeusvoima (Kuvio 5). Kun ylläpidetään isometristä tai toistetaan dynaamista lihastyötä suhteellisen pitkään, on kyse kesto-voimasta. Pitkäkestoisessa lihastyössä korostuvat myös energia-aineenvaihdunnalliset tekijät, koska käytetään lyhytaikaista ja tarvittaessa pitkäaikaista energijärjestelmää. Maksimivoimasuorituksessa tuotetaan maksimaalinen lihasjännitys. Nopeusvoimasuorituksessa voimantuottoaika on hyvin lyhyt, mutta voimantuottonopeus on suuri. Lyhytkestoisessa voimakkaassa lihastyössä käytetään pääosin välitöntä energijärjestelmää. (Häkkinen 2004, 125–131.)



Kuvio 5. Voiman lajit sekä voimantuoton luonne ja kesto niissä (Ahtiainen ym. 2007, 285; Häkkinen ym. 2007, 251).

6.2 Voiman mittaaminen

Voiman lajeja mitataan erilaisilla menetelmillä. Kestovoimaa arvioidaan usein dynaamisilla toistotesteillä, joissa suoritetaan mahdollisimman monta toistoa (repetition, REP). Kestovoimatesti voi olla anaerobinen tai aerobinen. Maksimivoima voidaan määrittää esimerkiksi yhden toiston maksimilla (one repetition maximum, 1RM). (Ahtiainen ym. 2007, 284–289.) Maksimivoimaa voidaan arvioida myös usean toiston maksimilla (X repetition maximum, XRM). Maksimivoimaa mitataan isometrisesti dynamometrillä tai tensiometrillä ja isokineettisesti mittauslaitteella. Testattava pyrkii tuottamaan mahdollisimman suuren voiman (maximum, MAX). (McArdle ym. 2006, 511–513.) Isometrisissä testeissä testattava tuottaa mahdollisimman suuren voiman esimerkiksi liikkumatonta tankoa vastaan. Isokineettisissä testeissä liikkeen nopeus on vakio, mikä toteutetaan erityisellä mittauslaitteella. Nopeusvoimaa arvioidaan erilaisilla hyppy- ja heittotesteillä, joissa mahdollisimman lyhyessä ajassa tuotetaan mahdollisimman suuri voima. Voiman mittauksiin voidaan yhdistää myös lihasten poikkipinta-alan määrittäminen. (Ahtiainen ym. 2007, 284–289.)

7 TULOKSET (III)

Analyysiin otettiin yhteensä 17 tutkimusta, joista seitsemän oli tehty pelastustoimen, yksi poliisitoimen ja yhdeksän sotilasalalla (Taulukko 2). Jotkut tutkimusaineistot sisälsivät alatutkimuksia, joissa tutkittavat henkilöt tai heidän lukumääränsä (n) poikkesi päätutkimuksesta. Singh ym. (1991) olivat toteuttaneet neljä alatutkimusta, joista kolme otettiin mukaan analyysiin. Hylätty alatutkimus ei käsitellyt haavoittuneen evakuointia. Bugajska ym. (2007) eivät maininneet tutkittavien sukupuolta, mutta kaikki olivat oletettavasti miehiä. Deakin ym. (2000) käyttivät testejä, jotka oli kehitetty aikaisemmin. Testit tarkistettiin alkuperäisestä tutkimuksesta, jonka olivat tehneet Stevenson ym. (1988). Auttajien menestyminen vakioituissa evakuointisuorituksissa mitattiin kultakin auttajalta tai auttajilta potilaan siirtoon kuluneena aikana. Auttajien kestävyys- ja voimaominaisuuksien yhteydet evakuointisuorituksen keston ovat keskeinen osa kokeellisen tutkimuksen tuloksia. Tässä luvussa ennalta määritettyjen kriteerien perusteella valitut tutkimusaineistot analysoitiin neljässä vaiheessa, jotka vastaavat tämän tutkimuksen alakysymyksiä. Jokaisessa vaiheessa tutkimustieto luokiteltiin.

7.1 Yleisimmät evakuointisuoritukset

Tutkimuksista etsittiin kuvauksia evakuointisuorituksista, jotka luokiteltiin (Taulukko 2). Lisäksi etsittiin auttajan varustuksen sekä evakuoitavan potilaan tai häntä simuloivan nukan ja mahdollisten välineiden massat, jotka oli vakioitu kussakin tutkimuksessa. Bugajska ym. (2007) eivät määritelleet potilasta, joka oli oletettavasti toinen ihminen. Tutkimuksista löydettiin yhteensä 12 erilaista siirtotekniikkaa (frekvenssi):

- 1) Yksi auttaja raahaa maata pitkin vyötä tai köyttä käyttäen (1).
- 2) Yksi auttaja raahaa tarkemmin määrittelemättömällä tavalla (2).
- 3) Yksi auttaja raahaa kainaloista (2).
- 4) Yksi auttaja raahaa taisteluliivin kahvasta (2).
- 5) Yksi auttaja kantaa tarkemmin määrittelemättömällä tavalla (1).
- 6) Yksi auttaja kantaa palomiehenotteella (1).
- 7) Kaksi auttajaa vetää ahkiolla (3).
- 8) Kaksi auttajaa kantaa tarkemmin määrittelemättömällä tavalla (1).
- 9) Kaksi auttajaa kantaa paareilla (9).
- 10) Kaksi auttajaa kantaa paareilla käyttäen kantovaljaita (2).
- 11) Neljä auttajaa kantaa paareilla (2).
- 12) Neljä auttajaa kantaa paareilla käyttäen kantovaljaita (2).

TUTKIMUS	TUTKITTAVAT	AIHE	TESTIT	AUTTAJAN VARUSTUS	POTILAS JA VÄLI-NEET	SIIRTOTEKNIikka	MATKA	KESTO
Rhea, Alvar & Gray 2004	Pelastajia (n = 20): - Miehiä (n = 17) - Naisia (n = 3)	Fyysisen kunnon ja simuloitujen työtehtävien väliset yhteydet	1) Fyysisen kunnon testit 2) Neljä työtehtäviä simuloivaa testiä suoritettuna epäjärjestyksessä	Vaatetus, palopuku ja paineilmahengityslaite (massa ≈ 25 kg)	Nukke (massa = 80 kg)	Auttaja tarttuu potilaasta ja raahaa takaperin	30 m	37,6 ± 17,1 s
Williford, Duey, Olson, Howard & Wang 1999	Pelastajia, miehiä (n = 91)	Fyysisen kunnon ja simuloitujen työtehtävien väliset yhteydet sekä fysiologiset vasteet	1) Fyysisen kunnon testit 2) Työtehtäviä simuloiva testirata	Vaatetus, palopuku ja paineilmahengityslaite (massa ≈ 23 kg)	Nukke (massa = 79,5 kg)	Auttaja tarttuu potilasta kainaloista ja raahaa takaperin	Lähestyminen takaa ja evakuoiminen 30,5 m	48,1 ± 29,4 s
Singh, Lee, Wheeler, Singh Chahal, Oseen & Couture 1991	Sotilaita (n = 161): - Miehiä (n = 116) - Naisia (n = 45)	Fyysisen kunnon ja simuloitujen sotilastehtävien väliset yhteydet	1) Fyysisen kunnon testit 2) Viisi sotilastehtäviä simuloivaa testiä	Taisteluvärustus (massa = 10 kg)	Ihminen (massa ja pituus noin auttajan)	Auttaja nostaa ja kantaa potilaan palomiehenoteella	100 m	Miehet: 46,8 ± 8,5 s Naiset: 69,6 ± 17,5 s
Bugajska, Zuzewicz, Szmauz-Dybko & Konarska 2007	Pelastajia (n = 19)	Fysiologiset vasteet simuloituissa työtehtävissä	Työtehtäviä simuloiva testirata	Vaatetus, palopuku ja paineilmahengityslaite (massa ≈ 25 kg)	Oletettavasti ihminen	Kaksi auttajaa kantaa potilaan	Viidennestä kerroksesta portaita	-
Deakin, Pelot, Smith & Weber 1999	Pelastustyöntekijöitä, miehiä (n = 37)	Fysiologiset vasteet pelastustehtävissä	Kahdeksan pelastustehtävää	Vaatetus (massaa ei ilmoitettu), ei tehtävään liittyvää värustusta	Keinotekoinen paino (massa = 68,0 kg)	Kaksi auttajaa, ahkio	Maastossa 400 m	-
					Keinotekoinen paino (massa = 56,7 kg)	Kaksi auttajaa, ahkio Kaksi auttajaa, parit	Maastossa 100 m	- -
	Siviilejä (n = 164): - Miehiä (n = 88) - Naisia (n = 76) Pelastustyöntekijöitä (n = 49): - Miehiä (n = 48) - Naisia (n = 1)	Fyysisen kunnon ja pelastustehtävien väliset yhteydet	1) Fyysisen kunnon testit 2) Kolme pelastustehtäviä simuloivaa testiä	Vaatetus (massaa ei ilmoitettu), ei tehtävään liittyvää värustusta	Keinotekoinen paino (massa = 81,6 kg)	Kaksi auttajaa, ahkio	100 m	Siviilit: 98,3 ± 46,7 s Pelastustyöntekijät: 51,5 ± 8,9 s
					Keinotekoinen paino (massa = 68,0 kg)	Kaksi auttajaa, parit	100 m	Siviilit: 125,5 ± 94,2 s Pelastustyöntekijät: 56,6 ± 10,0 s
Deakin, Pelot, Smith & Weber 2000	Sotilaita (n = 623): - Miehiä (n = 416) - Naisia (n = 207)	Fyysisen kunnon ja simuloitujen sotilastehtävien väliset yhteydet	- Fyysisen kunnon testit - Kuusi sotilastehtäviä simuloivaa testiä	Vaatetus (massaa ei ilmoitettu), ei tehtävään liittyvää värustusta	Keinotekoinen paino (massa = 80 kg)	Kaksi auttajaa, parit	750 m	549 ± 236 s
	Sotilaita (n = 85): - Miehiä (n = 60) - Naisia (n = 25)	Fysiologiset vasteet simuloituissa sotilastehtävissä	Viisi sotilastehtäviä simuloivaa testiä					

TUTKIMUS	TUTKITTAVAT	AIHE	TESTIT	AUTTAJAN VARUSTUS	POTILAS JA VÄLI-NEET	SIIRTOTEKNIikka	MATKA	KESTO
Knapik, Harper & Crowell 1999	Sotilaita (n = 11): - Miehiä (n = 7) - Naisia (n = 4)	Fyysisen kunnon ja paareilla evakuoimisen väliset yhteydet	1) Fyysisen kunnon testit 2) Paareilla evakuoiminen mahdollisimman pitkään	Vaatetus (massaa ei ilmoitettu), ei tehtävään liittyvää varustusta	Nukke (massa = 82 kg)	Kaksi auttajaa, parit	Evakuoiminen mahdollisimman pitkään, nopeus 4,8 km/h	162 ± 84 s
Leyk, Rohde, Erley, Gorges, Essfel, Erren & Piekarski 2007	Sotilaita (n = 32): - Miehiä (n = 17) - Naisia (n = 15)	Fysiologiset vasteet paareilla evakuoimisessa ja palautuminen	1) Fyysisen kunnon testit 2) Paareilla evakuoiminen mahdollisimman pitkään	Vaatetus (massa ≈ 10 kg)	Keinotekoinen paino (massa = 100 kg)	Kaksi auttajaa, parit	Evakuoiminen mahdollisimman pitkään, nopeus 4,5 km/h	Miehet: 184 ± 51 s
							Miehet: 226 ± 64 m	Naiset: 98 ± 34 s
							Naiset: 117 ± 42 m	
Leyk, Rohde, Erley, Gorges, Wunderlich, Rütther & Essfeld 2006	Sotilaita, miehiä (n = 15)	Fysiologiset vasteet paareilla evakuoimisessa ja palautuminen	1) Fyysisen kunnon testit 2) Paareilla evakuoiminen mahdollisimman pitkään	Vaatetus ja kypärä (massa ≈ 10 kg)	Keinotekoinen paino (massa = 100 kg)	Kaksi auttajaa, parit	Evakuoiminen mahdollisimman pitkään, nopeus 4,5 km/h	215 ± 87 s
							264 ± 104 m	
Rice, Sharp, Tharion & Williamson 1996a	Sotilaita (n = 23): - Miehiä (n = 12) - Naisia (n = 11)	Sukupuolen, kantajaosaston koon (2 tai 4) ja kantovaljaiden käytön vaikutus fysiologisiin vasteisiin	1) Fyysisen kunnon testit 2) Paareilla evakuoiminen mahdollisimman pitkään	Vaatetus (massaa ei ilmoitettu), ei tehtävään liittyvää varustusta	Parit (massa = 6,8 kg) Nukke (massa = 81,6 kg)	Kaksi auttajaa, parit (2P)	Evakuoiminen mahdollisimman pitkään, nopeus 4,8 km/h	Miehet: - 2P: 252 ± 108 s - 2K: 1584 ± 336 s - 4P: 834 ± 414 s - 4K: 1800 ± 0 s Naiset: - 2P: 108 ± 60 s - 2K: 1026 ± 558 s - 4P: 282 ± 72 s - 4K: 1440 ± 630 s
						Kaksi auttajaa, kantovaljaat, parit (2K)		
						Neljä auttajaa, parit (4P)		
						Neljä auttajaa, kantovaljaat, parit (4K)		
Rice, Sharp, Tharion & Williamson 1996b	Sotilaita (n = 23): - Miehiä (n = 12) - Naisia (n = 11)	Sukupuolen, kantajaosaston koon (2 tai 4) ja kantovaljaiden käytön vaikutus fysiologisiin vasteisiin	1) Fyysisen kunnon testit 2) Paareilla evakuoiminen toistuvasti mahdollisimman nopeasti	Vaatetus (massaa ei ilmoitettu), ei tehtävään liittyvää varustusta	Parit (massa = 6,8 kg) Nukke (massa = 81,6 kg)	Kaksi auttajaa, parit (2P)	Siirtyminen parien kanssa 50 m ja evakuoiminen paareilla 50 m toistuvasti mahdollisimman nopeasti	Määrätty kesto 900 s
						Kaksi auttajaa, kantovaljaat, parit (2K)		
						Neljä auttajaa, parit (4P)		
						Neljä auttajaa, kantovaljaat, parit (4K)		
Vehmasvaara 2004	Ensihoidon opiskelijoita (n = 24): - Miehiä (n = 13) - Naisia (n = 11)	Fyysisen kunnon ja simuloitujen työtehtävien väliset yhteydet sekä fysiologiset vasteet	1) Fyysisen kunnon testit 2) Työsimulaatio 3) Työtehtäviä simuloiva testirata	Vaatetus (massaa ei ilmoitettu), ei tehtävään liittyvää varustusta	Parit (massa = 10 kg) Nukke (massa = 70 kg) Keinotekoinen paino (massa = 10 kg)	Kaksi auttajaa, parit	Kolmannelta kerroksesta portaita	93 s

Yhden auttajan siirtotekniikat 1–4 olivat hyvin samanlaisia. Siirtotekniikka 5 oli vaihtoehtoinen evakuointitapa siirtotekniikalle 2 tutkimuksessa, minkä vuoksi se jätettiin huomiotta analyysissä (Arvey ym. 1992). Vain Singh ym. (1991) olivat tutkineet siirtotekniikkaa 6. Heidän tutkimuksensa oli kuitenkin laadukas ja monipuolinen. Lisäksi haluttiin vertailukohde yhden auttajan siirtotekniikoille 1–4. Vain Deakin ym. (1999) olivat tutkineet siirtotekniikkaa 7, joka sopi hyvin tutkimuksen viitekehykseen. Myös heidän tutkimuksensa oli laadukas ja monipuolinen. Siirtotekniikat 8 ja 9 yhdistettiin niiden samankaltaisuuden vuoksi. Siirtotekniikat 10–12 jätettiin pois varsinaisesta analyysistä, koska vain Rice ym. (1996a, 1996b) olivat tutkineet niitä. Lisäksi heidän tutkimuksissaan ei käsitelty monipuolisesti kestävyys- ja voimaominaisuuksien yhteyttä evakuointisuoritukseen.

Yleisimmät evakuointisuoritukset määritettiin (Taulukko 3). Lisäksi määritettiin auttajan varustuksen, potilaan ja välineiden massat. Auttajan varustuksen, potilaan ja välineiden massojen sekä evakuointimatkan ja suorituksen keston kuvaamiseen käytettiin keskiarvoa ja keskihajontaa. Auttajan varustuksen, potilaan ja välineiden massoista käytettiin löydettyjä arvoja. Monessa tutkimuksessa auttajat eivät kuitenkaan käyttäneet erillistä tehtävään liittyvää varustusta. Bugajski ym. (2007) eivät määritelleet potilaan massaa. Matkan määrittämisessä otettiin huomioon vain evakuoimiseen liittyvät arvot. Myhren ym. (1997) osalta huomioitiin matka vain kerran, koska se oli sama molemmilla testiradoilla. Keston määrittämisessä jätettiin huomiotta arvot, jotka eivät olleet vertailukelpoisia muiden kanssa. Näin meneteltiin Myhren ym. (1997) ja Ricen ym. (1996b) tutkimusten kohdalla.

Taulukko 3. Yleisimmät evakuointisuoritukset. Pyöristetyt arvot on lihavoitu.

EVAKUOINTI-SUORITUS	KUVA	AUTTAJAN VARUSTUS ($\mu \pm \sigma$)	POTILAS JA VÄLINEET ($\mu \pm \sigma$)	SIIRTOTEKNIikka	MATKA ($\mu \pm \sigma$)	KESTO ($\mu \pm \sigma$)
1	Liite 1	20 kg (22,2 \pm 2,3 kg)	75 kg (73,5 \pm 10,1 kg)	Yksi auttaja raahaa	30 m (32,4 \pm 13,2 m)	65 s (62,5 \pm 24,1 s)
2	Liite 2	10 kg (10 \pm 0 kg)	Massa noin sama kuin auttajalla	Yksi auttaja kantaa palomiehenotteella	100 m (100 \pm 0 m)	60 s (58,2 \pm 11,4 s)
3	Liite 3	-	70 kg (68,8 \pm 10,2 kg)	Kaksi auttajaa vetää ahkiolla	200 m (200 \pm 141,4 m)	75 s (74,9 \pm 23,4 s)
4	Liite 4	15 kg (15 \pm 7,1 kg)	85 kg (83,7 \pm 13,4 kg)	Kaksi auttajaa kantaa paareilla	230 m (229,6 \pm 223,8 m)	185 s (184,3 \pm 134,3 s)

7.2 Energia-aineenvaihdunta yleisimmissä evakuointisuorituksissa

Energia-aineenvaihduntaa arvioitiin yleisimpien evakuointisuoritusten keston avulla. Keston keskiarvojen vaihteluväli oli 58,2–74,9 sekuntia evakuointisuorituksissa 1–3, jotka suoritettiin pääsääntöisesti maksimaalisella intensiteetillä. Keston keskiarvo oli 184,3 sekuntia evakuointisuorituksessa 4, joka suoritettiin neljässä tutkimuksessa submaksimaalisella ja viidessä maksimaalisella intensiteetillä.

7.3 Kestävyys yleisimmissä evakuointisuorituksissa

7.3.1 Evakuointisuoritus 1

Kestävyysominaisuuksia evakuointisuorituksessa 1 arvioitiin seitsemän tutkimuksen avulla. Osa tutkimustiedosta taulukoitiin (Taulukko 4). Arvey ym. (1992) esittivät tutkimusraportissa oletettavasti korrelaatiokertoimien itseisarvot. Harman ym. (2008) eivät löytäneet tilastollisesti merkitseviä eroja standardi- ja painoharjoitteluryhmän välillä eivätkä Hendrickson ym. (2010) kestävyys-, voima- ja yhdistetyn harjoitteluryhmän sekä kontrolliryhmän välillä evakuointisuorituksessa 1.

Taulukko 4. Kestävyysominaisuudet evakuointisuorituksessa 1 (yksi auttaja raahaa, matka noin 30 metriä ja kesto noin 65 sekuntia). Tilastollisesti merkitsevät huomattavat ja voimakkaat korrelaatiot suorituksen keston on lihavoitu.

TUTKIMUS (n)	p	r	SUURE (YKSIKÖ)	OMINAISUUS	TESTI
Myhre ym. 1997 (n = 222)	<0,05	-0,36	VO _{2max} (ml•kg ⁻¹ •min ⁻¹)	Aerobinen kapasiteetti	Submaksimaalinen polkupyöräergometritesti
		-0,33	VO _{2max} (ml•min ⁻¹)		
Arvey ym. 1992 (n = 115 + 161)	<0,05	0,49	Aika (s)	Anaerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen juoksutesti 91,4 m
		0,51	Aika (s)	Aerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen juoksutesti 1609 m
		0,30			
		0,35			
		0,39	VO _{2max}	Aerobinen kapasiteetti	Progressiivinen juoksumattotesti uupumukseen asti
Hendrickson ym. 2010 (n = 56)	<0,05	-0,35	VO _{2peak}	Aerobinen kapasiteetti	Progressiivinen juoksumattotesti
Michaelides ym. 2011 (n = 90)	<0,05	0,31	Leposyke (b•min ⁻¹)	-	Rentoutuminen 10 min ja leposykkeen mittaust 1 min
	NS	0,04	Teho (W)	Anaerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen askeltesti 60 s
Rhea ym. 2004 (n = 20)	≤0,05	0,81	Aika (s)	Anaerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen juoksutesti 400 m
	NS	-0,33	Matka (m)	Aerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen juoksutesti 12 min (Cooper)
Williford ym. 1999 (n = 91)	<0,05	0,23	Aika (s)	Aerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen juoksutesti 2414 m

Myhre ym. (1997) havaitsivat, että yhden potilaan testiradalla sykkeen keskimääräinen maksimiarvo suorituksen jälkeen oli $186,0 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$. Tämä vastasi 98 prosenttia tutkittavien maksimisykkeestä. Kahden potilaan testiradalla sykkeen keskimääräinen maksimiarvo suorituksen jälkeen oli $188,4 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$, joka edelleen vastasi 98 prosenttia tutkittavien maksimisykkeestä. Willifordin ym. (1999) tutkimuksessa sykkeen keskiarvo testiradalla oli $175 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$. Tämä vastasi 92 prosenttia iän perusteella arvioidusta auttajien maksimista. Myhren ym. (1997) tutkimuksessa viidellä parhaalla suoriutujalla oli paljon korkeampi keskimääräinen maksimaalinen hapenkulutus ($49,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) kuin viidellä huonoimmalla ($25,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) yhden potilaan testiradalla. Tutkijat suosittelivat maksimaalisen hapenottokyvyn alarajaksi $36 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. He havaitsivat myös, että yhden potilaan testiradalla keskimääräinen ventilaatio oli $104,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ja kahden potilaan testiradalla $87,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

Evakuointisuorituksessa 1 korostui selvästi auttajan anaerobinen kapasiteetti. Rhea ym. (2004) havaitsivat voimakkaan ($r = 0,81$) ja Arvey ym. (1992) kohtalaisen ($r = 0,49\text{--}0,51$) positiivisen yhteyden anaerobista kapasiteettia mittaavan juoksutestin keston ja evakuointisuorituksen 1 keston välillä. Michaelides ym. (2011) eivät kuitenkaan löytäneet samanlaista tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ($r = 0,04$; $p = \text{NS}$), mutta he käyttivät anaerobisen kapasiteetin testauksessa vähemmän evakuointisuoritusta 1 muistuttavaa aikavakioitua askeltestiä. Lisäksi aerobisella kapasiteetilla oli joissakin tutkimuksissa heikko tai kohtalainen yhteys evakuointisuoritukseen 1 ($|r| = 0,23\text{--}0,39$). Syke evakuointisuorituksessa vastasi 92–98 prosenttia maksimista.

7.3.2 Evakuointisuoritus 2

Ainoastaan Singh ym. (1991) olivat tutkineet evakuointisuoritusta 2, jossa korostui jalkojen anaerobinen kapasiteetti (Taulukko 5). He löysivät miehillä heikon tai kohtalaisen käänteisen yhteyden jalkojen anaerobisen kapasiteetin ja evakuointisuorituksen 2 keston välillä. Tutkimukseen osallistui miehiä yli 2,5-kertainen määrä naisiin verrattuna, joten heidän tulostensa analyysillä oli enemmän tilastollista merkitystä. Lisäksi aerobisella kapasiteetilla ja käsien anaerobisella kapasiteetilla oli heikot käänteiset yhteydet evakuointisuorituksen 2 keston.

Taulukko 5. Kestävyyssominaisuudet evakuointisuorituksessa 2 (yksi auttaja kantaa palomiehenotteella, matka noin 100 metriä ja kesto noin 60 sekuntia).

TUTKIMUS (n)	p	r	SUURE (YK-SIKKÖ)	OMINAISUUS	TESTI
Singh ym. 1991, miehiä (n = 116)	<0,05	-0,28	P_{peak} (W)	Jalkojen anaerobinen kapasiteetti	Wingaten 30 s maksimaalinen polkupyöraergometritesti
		-0,38	P_{mean} (W)		
		-0,38	Työ (J)		
		0,17	Tehon lasku (%)		
	NS	-0,10	Laktaattipitoisuus ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)	Jalkojen anaerobinen kapasiteetti	Verinäyte sormen päästä Wingaten testin jälkeen
	<0,05	-0,22	P_{peak} (W)	Käsien anaerobinen kapasiteetti	Wingaten 30 s maksimaalinen käsiergometritesti
		-0,24	P_{mean} (W)		
		-0,24	Työ (J)		
	NS	-0,07	Tehon lasku (%)	Käsien anaerobinen kapasiteetti	Verinäyte sormen päästä Wingaten testin jälkeen
		-0,22	Laktaattipitoisuus ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)		
	<0,05	-0,25	$\text{VO}_{2\max}$ ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)	Aerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen juoksumattotesti kävellen 24,5 kg:n taisteluvälikkeillä
		-0,22	$\text{VO}_{2\max}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)		
Singh ym. 1991, naisia (n = 45)	NS	-0,13	Ventilaatio ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)	-	Wingaten 30 s maksimaalinen käsiergometritesti
		-0,03	P_{peak} (W)	Käsien anaerobinen kapasiteetti	
		-0,09	P_{peak} (W)	Jalkojen anaerobinen kapasiteetti	
		-0,15	$\text{VO}_{2\max}$ ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)	Aerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen juoksumattotesti kävellen 24,5 kg:n taisteluvälikkeillä

7.3.3 Evakuointisuoritus 3

Ainoastaan Deakin ym. (1999) olivat tutkineet evakuointisuoritusta 3. He havaitsivat, että 37 pelastustyöntekijällä hapenkulutuksen keskiarvo oli suorituksessa 30,2–34,1 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Tämä vastasi 62,6–64,1 prosenttia tutkittujen auttajien maksimaalisesta hapenkulutuksesta. He suosittelevat henkilön massa suhteutetun maksimaalisen hapenkulutuksen alarajaksi 44,6 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Tutkimuksessa löydettiin kohtalainen käänteinen, tilastollisesti merkitsevä yhteys maksimaalisen hapenkulutuksen ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) ja evakuointisuorituksen 3 keston välillä ($r = -0,45$; $p \leq 0,001$). Tutkijat kuitenkin muuttivat ennen tilastollista analyysiä suorituksen keston suunnilleen normaalijakautuneeksi, mikä saattoi vaikuttaa korrelaatiokertoimiin. Tarkkaa suuren muuntotapaa ei ole kuvattu tutkimusraportissa. He käyttivät submaksimaalista askeltestiä tahdissa kolmen minuutin intervalleina (Modified Canadian Aerobic Fitness Test, mCAFT), jota käytetään yleisesti vaihtoehtoisena aerobisen kunnon testinä terveydellisesti rajoittuneilla henkilöillä Kanadan asevoimissa (Allard ym. 2012, 27–35). Evakuointisuorituksessa 3 korostui aerobinen kapasiteetti.

7.3.4 Evakuointisuoritus 4

Kestävyyssominaisuuksia evakuointisuorituksessa 4 arvioitiin yhdeksän tutkimuksen avulla. Osa tutkimustiedosta taulukoitiin (Taulukko 6). Tässäkin Deakin ym. (1999) muuttivat suorituksen keston suunnilleen normaalijakautuneeksi, mikä saattoi vaikuttaa korrelaatiokertoimi-

miin. Tarkkaa suureen muuntotapaa ei ole kuvattu tutkimusraportissa. Deakin ym. (2000) muuttivat suorituksen keston käänteisluvun vastaluvuksi, mikä saattoi myös vaikuttaa korrelaatiokertoimiin. Deakin ym. (2000, 1999) käyttivät submaksimaalista askeltestiä tahdissa kolmen minuutin intervalleina (mCAFT), jota käytetään yleisesti vaihtoehtoisena aerobisen kunnan testinä terveydellisesti rajoittuneilla henkilöillä Kanadan asevoimissa (Allard ym. 2012, 27–35). Knapikin ym. (1999) tutkimuksessa auttajat jatkoivat evakuointisuoritusta vakionopeudella mahdollisimman pitkään.

Taulukko 6. Kestävyyssominaisuudet evakuointisuorituksessa 4 (kaksi auttajaa kantaa paareilla, matka noin 230 metriä ja kesto noin 185 sekuntia). Tilastollisesti merkitsevät huomattavat ja voimakkaat korrelaatiot suorituksen kestoon on lihavoitu.

TUTKIMUS (n)	p	r	SUURE (YKSIKKÖ)	OMINAISUUS	TESTI
Deakin ym. 1999 (n = 164 + 49)	≤0,001	-0,54	VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	Aerobinen kapasiteetti	Submaksimaalinen askeltesti tahdissa kolmen minuutin intervalleilla (mCAFT)
Deakin ym. 2000 (n = 623)	<0,001	-0,83	VO_{2max}	Aerobinen kapasiteetti	Progressiivinen 20 m:n sukkulajuoksu-testi äänimerkin tahdissa
		-0,69	VO_{2max}	Aerobinen kapasiteetti	Submaksimaalinen askeltesti tahdissa kolmen minuutin intervalleilla (mCAFT)
Knapik ym. 1999 (n = 11)	NS	-0,36	Aika (min)	Aerobinen kapasiteetti	Maksimaalinen 3,2 km:n juoksu-testi
Vehmasvaara 2004 (n = 24)	<0,05	-0,55	VO_{2max} ($l \cdot min^{-1}$)	Aerobinen kapasiteetti	Submaksimaalinen kävelytesti juoksumatolla progressiivisella kuormituksella
	<0,001	-0,73			
	<0,05	-0,49	VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	Aerobinen kapasiteetti	Submaksimaalinen kävelytesti juoksumatolla progressiivisella kuormituksella
	<0,01	-0,66			

Bugajska ym. (2007) havaitsivat, että auttajien sykkeen keskiarvo evakuointisuorituksessa oli $164,2 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$. Tämä vastasi 96,2 prosenttia auttajien maksimista. He arvioivat auttajien maksimisykkeen luvun 200 ja ikävuosien erotuksella. Tämän seurauksena seitsemän tutkimukseen osallistuneen auttajan syke ylitti arvioidun maksimisykkeen suorituksen aikana. Lisäksi Bugajska ym. (2007) havaitsivat, että energiankulutus suorituksen aikana oli 50 kilojoulea minuutissa. Leyk ym. (2006) havaitsivat, että sykkeen maksimiarvo suorituksen lopussa oli $172 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$. Laktaattipitoisuuden keskiarvo oli ennen suoritusta $1,4 \text{ mmol} \cdot l^{-1}$. Henkilökohtaiset maksimiarvot, joiden keskiarvo oli $4,9 \text{ mmol} \cdot l^{-1}$, mitattiin viiden minuutin kuluessa suorituksen päättymisestä otetuista verinäytteistä. Rice ym. (1996a) havaitsivat, että 12 tutkimukseen osallistuneen miehen sykkeen keskiarvo oli evakuointisuorituksessa $133,6 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$, kun taas 11 naisen vastaava arvo oli $158,2 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$. Vehmasvaaran (2004) tutkimuksessa sykkeen keskiarvo työsimulaatiossa oli $155 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$, joka vastasi 80 prosenttia tutkittavien maksimista. Testiradalla sykkeen keskiarvo oli $167 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$, joka vastasi 86 prosenttia maksimista.

Deakin ym. (1999) havaitsivat, että 37 pelastustyöntekijällä hapenkulutuksen keskiarvo oli evakuointisuorituksessa $26,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Tämä vastasi 55,0 prosenttia tutkittavien maksimaalisesta hapenkulutuksesta. He suosittelivat maksimaalisen hapenkulutuksen alarajaksi

44,6 ml•kg⁻¹•min⁻¹. Deakin ym. (2000) mittasivat 85 sotilaan hapenkulutusta evakuointisuorituksessa. Hapenkulutuksen keskiarvo oli 60 miehellä suorituksessa 36,3 ml•kg⁻¹•min⁻¹, joka vastasi 74,2 prosenttia maksimaalisesta hapenkulutuksesta, kun taas 25 naisella se oli 25,1 ml•kg⁻¹•min⁻¹, joka vastasi 64,4 prosenttia. Tutkijat suosittelivat maksimaalisen hapenkulutuksen alarajaksi 32,6 ml•kg⁻¹•min⁻¹. Rice ym. (1996a) havaitsivat, että 12 miehen hapenkulutuksen keskiarvo oli evakuointisuorituksessa 22,3 ml•kg⁻¹•min⁻¹, joka vastasi 41 prosenttia maksimaalisesta hapenkulutuksesta, ja 11 naisella 18,7 ml•kg⁻¹•min⁻¹, joka vastasi 47 prosenttia maksimista. Vehmasvaaran (2004) tutkimuksessa hapenkulutus työsimulaatiossa oli 30,2 ml•kg⁻¹•min⁻¹, joka vastasi 65 prosenttia maksimista. Testiradalla hapenkulutus oli 35,7 ml•kg⁻¹•min⁻¹, joka vastasi 75 prosenttia maksimista.

Evakuointisuorituksessa 4 korostui aerobinen kapasiteetti, sillä se oli kaikissa monipuolisimmissa tutkimuksissa yhdenmukaisesti käänteisessä yhteydessä suorituksen kestoon. Deakin ym. (2000) havaitsivat huomattavan ja voimakkaan sekä Vehmasvaara (2004) kohtalaisen ja huomattavan käänteisen yhteyden evakuointisuorituksen 4 kestoon. Deakin ym. (1999) havaitsivat kohtalaisen käänteisen yhteyden. Knapik ym. (1999) eivät havainneet tilastollisesti merkitsevää yhteyttä aerobista kapasiteettia mittaavan juoksutestin keston ja evakuointisuorituksen keston välillä ($r = -0,36$; $p = \text{NS}$). Tutkittavien lukumäärä oli kuitenkin pieni heidän tutkimuksessaan, mikä heikentää tulosten painoarvoa. Sykkeen vaihteluväli auttajilla oli 133,6–172 b•min⁻¹ evakuointisuorituksessa 4. Hapenkulutus oli 18,7–36,3 ml•kg⁻¹•min⁻¹, joka vastasi 41–75 prosenttia maksimista.

7.4 Voima yleisimmissä evakuointisuorituksissa

7.4.1 Evakuointisuoritus 1

Voimaominaisuuksia evakuointisuorituksessa 1 arvioitiin seitsemän tutkimuksen avulla. Osa tutkimustiedosta taulukoitiin (Taulukko 7). Arvey ym. (1992) esittivät tutkimusraportissa oletettavasti korrelaatiokertoimien itseisarvot. Harman ym. (2008) eivät löytäneet tilastollisesti merkitseviä eroja standardi- ja painoharjoitteluryhmän välillä eikä Hendrickson ym. (2010) kestävyys-, voima- ja yhdistetyn harjoitteluryhmän sekä kontrolliryhmän välillä evakuointisuorituksessa. Harman ym. (2008) totesivat, että suorituskyky riippuu jonkin verran puristusvoimasta. Heidän arvionsa mukaan alavartalon lihaksilla lienee kuitenkin suurempi merkitys.

Taulukko 7. Voimaominaisuudet evakuointisuorituksessa 1 (yksi auttaja raahaa, matka noin 30 metriä ja kesto noin 65 sekuntia). Tilastollisesti merkitsevät huomattavat ja voimakkaat korrelaatiot suorituksen keston on lihavoitu.

TUTKIMUS (n)	p	r	SUURE (YKSIKÖ)	OMINAISUUS	TESTI
Myhre ym. 1997 (n = 222)	<0,05	-0,18	1RM (kg)	Rintalihasten maksimivoima	Penkkipunnerrus
		-0,17	REP	Rintalihasten kesto-voima	Penkkipunnerrus 36,3 kg:n levypainolla uupumukseen asti
		-0,25	1RM (kg)	Ranteen koukistajalihasten maksimivoima	Rannekääntö pystyssä
		-0,37	1RM (kg)	Yläselän lihasten maksimivoima	Pystysoutu
Arvey ym. 1992 (n = 115 + 161)	NS	0,18	REP	Kyynärvarren ojentajalihasten kesto-voima	Dippipunnerrusta minuutissa kädet ja jalat penkeillä
	<0,05	0,24	(min ⁻¹)	Maksimipuristusvoima	Käsidynamometri hallitsevalla kädellä
		0,35	MAX (kg)		
		0,43			
		0,21	REP (min ⁻¹)	Vatsalihasten kesto-voima	Istumaan nousua minuutissa
Hendrickson ym. 2010 (n = 56)	<0,05	-0,32	1RM (kg)	Jalkojen maksimivoima	Jalkakyykky mittauslaitteella (MaxRack)
		-0,33	1RM (kg)	Rintalihasten maksimivoima	Penkkipunnerrus mittauslaitteella (MaxRack)
		-0,36	P _{peak} (W)	Rintalihasten nopeusvoima	Heittopunnerrus 30 %:lla 1RM:sta mittauslaitteella (MaxRack), jossa ballistinen mittausjärjestelmä
	NS	-0,26	P _{peak} (W)	Jalkojen nopeusvoima	Kyykkyhyppy 30 %:lla 1RM:sta mittauslaitteella (MaxRack), jossa ballistinen mittausjärjestelmä
Michaelides ym. 2011 (n = 90)	NS	0,08	REP	Rintalihasten kesto-voima	Punnerrus uupumukseen asti
		0,01	REP (min ⁻¹)	Vatsalihasten kesto-voima	Istumaan nousua minuutissa
		-0,21	1RM (kg)	Jalkojen maksimivoima	Jalkakyykky
	<0,05	-0,29	MAX (kg)	Vatsalihasten maksimivoima	Istumaan nousu isometrisellä mittauslaitteella
		-0,31	1RM (kg)	Rintalihasten maksimivoima	Penkkipunnerrus
		-0,31	P (W·kg ⁻¹)	Jalkojen nopeusvoima	Vertikaalihyppy (Vertek)
	<0,01	-0,41	MAX (kg)	Maksimipuristusvoima	Käsidynamometri molemmilla käsillä
Rhea ym. 2004 (n = 20)	≤0,05	-0,65	5RM (kg)	Rintalihasten maksimivoima	Penkkipunnerrus
		-0,68	MAX (kg)	Maksimipuristusvoima	Käsidynamometri
		-0,58	REP	Yläselän lihasten kesto-voima	Pystysoutu 20,5 kg:lla hallitsevalla kädellä
		-0,67	REP	Rintalihasten kesto-voima	Penkkipunnerrus 45,5 kg:lla
		-0,68	REP	Olkapäälihasten kesto-voima	Pystypunnerrus 11,4 kg:lla
		-0,66	REP	Kyynärvarren koukistajalihasten kesto-voima	Hauiskääntö 13,6 kg:lla
		-0,30	5RM (kg)	Jalkojen maksimivoima	Jalkakyykky
	NS	-0,42	REP	Jalkojen kesto-voima	Jalkakyykky 61,4 kg:lla
		-0,24	REP	Vatsalihasten kesto-voima	Istumaan nousua 30 toistoa minuutissa metronomin tahdissa
		-0,10	Aika (s)	Kestopuristusvoima	Käsidynamometrillä yli 25 kg vastaava voima
Williford ym. 1999 (n = 91)	<0,01	-0,32	REP	Kyynärvarren koukistajalihasten ja yläselän lihasten kesto-voima	Käsinkohonta uupumukseen asti
		-0,38	REP	Rintalihasten kesto-voima	Punnerrus uupumukseen asti
		-0,59	MAX (kg)	Maksimipuristusvoima	Käsidynamometri molemmilla käsillä
	<0,05	-0,22	REP (min ⁻¹)	Vatsalihasten kesto-voima	Istumaan nousua minuutissa

Evakuointisuorituksessa 1 korostui maksimipuristusvoima ($|r| = 0,35\text{--}0,68$). Rhea ym. (2004) havaitsivat sillä huomattavan sekä Arvey ym. (1992), Michaelides ym. (2011) ja Williford ym. (1999) kohtalaisen käänteisen yhteyden evakuointisuorituksen 1 keston. Rhea ym. (2004) eivät kuitenkaan havainneet kestopuristusvoimalla tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Rintalihasten kesto- ja maksimivoimat olivat kohtalaisessa tai huomattavassa käänteisessä yhteydes-

sä evakuointisuorituksen 1 keston. Hendrickson ym. (2010) havaitsivat myös kohtalaisen käänteisen yhteyden rintalihasten nopeusvoiman sekä Rhea ym. (2004) huomattavan käänteisen yhteyden olkapäälihasten kestovoiman ja evakuointisuorituksen keston välillä. Lisäksi yläselän lihasten kesto- ja maksimivoimat, kyynärvarren koukistajalihasten kestovoima sekä jalkojen maksimi- ja nopeusvoimat olivat kohtalaisessa käänteisessä yhteydessä suorituksen keston. Sen sijaan kyynärvarren ojentajalihasten kestovoimalla sekä vatsalihasten kesto- ja maksimivoimilla oli heikkoja yhteyksiä menestymiseen evakuointisuorituksessa. Useat yhteydet eivät olleet myöskään tilastollisesti merkitseviä.

7.4.2 Evakuointisuoritus 2

Ainoastaan Singh ym. (1991) olivat tutkineet evakuointisuoritusta 2 (Taulukot 8–9). He havaitsivat eri lihasryhmien voimaominaisuuksilla tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä sekä miesten että naisten menestymiseen kyseisessä suorituksessa. Heidän mukaansa on olennaista, että auttaja kykenee nostamaan jaloilla vähintään oman massansa. Lisäksi vatsa- ja selkälihasten voimaominaisuuksilla voidaan helpottaa suoriutumista, kun keskivartalo kyetään tukemaan vakaaksi.

Evakuointisuorituksessa 2 menestymisessä korostui miehillä vatsalihasten maksimivoima. Yhteydet olivat tilastollisesti merkitseviä, mutta ne olivat voimakkuudeltaan vain kohtalaiseksi luokitellun alarajalla ($|r| = 0,30\text{--}0,33$). Naisilla selkälihasten maksimivoima oli kohtalaisessa käänteisessä yhteydessä evakuointisuorituksen keston ($|r| = 0,44\text{--}0,58$), mutta miehillä tämä yhteys oli heikko ($|r| = 0,20\text{--}0,22$). Jalkojen ojentajalihasten maksimivoiman ja evakuointisuorituksen keston välillä vallitsi joko heikko tai kohtalainen käänteinen yhteys. Lisäksi miehillä kyynärvarren koukistajalihasten maksimivoima ja epäkäslihasten kestovoima olivat vain heikossa käänteisessä yhteydessä suorituksen keston.

Taulukko 8. Voimaominaisuudet miehillä evakuointisuorituksessa 2 (yksi auttaja kantaa palomiehenotteella, matka noin 100 metriä ja kesto noin 60 sekuntia).

TUTKIMUS (n)	p	r	SUURE (YK-SIKKÖ)	OMINAISUUS	TESTI
Singh ym. 1991, miehillä (n = 116)	NS	-0,11	MAX (kg)	Oikean käden maksimipuristusvoima	Käsidynamometri
		-0,04	MAX (kg)	Vasemman käden maksimipuristusvoima	
		-0,05	MAX (kg)	Keskimääräinen maksimipuristusvoima	
		-0,11	MAX (kg)	Kyynärvarren koukistajalihasten maksimivoima	
	<0,05	-0,33	MAX (kg)	Vatsalihasten maksimivoima	Isometrinen mittauslaite
		-0,20	MAX (kg)	Selkälihasten maksimivoima	
	NS	-0,14	MAX (kg)	Oikean polven koukistajalihasten maksimivoima	Isokineettis-konsentrisen mittauslaite
		-0,14	MAX (kg)	Vasemman polven koukistajalihasten maksimivoima	
		-0,15	MAX (kg)	Keskimääräinen polven koukistajalihasten maksimivoima	
		≤0,05	MAX (kg)	Oikean polven ojentajalihasten maksimivoima	
	NS	-0,17	MAX (kg)	Vasemman polven ojentajalihasten maksimivoima	Jalkakyykky isokineettis-konsentrisella mittauslaitteella
		≤0,05	MAX (kg)	Keskimääräinen polvien ojentajalihasten maksimivoima	
	NS	-0,28	MAX (kg)	Kyynärvarren koukistajalihasten maksimivoima	
		-0,30	MAX (kg)	Vatsalihasten maksimivoima	
		-0,22	MAX (kg)	Selkälihasten maksimivoima	
		-0,23	MAX (kg)	Jalkojen ojentajalihasten maksimivoima	
	NS	-0,11	MAX (kg)	Epäkäslihasten maksimivoima	Pystysoutu isokineettis-konsentrisella mittauslaitteella
		-0,15	MAX (kg)	Rintalihasten maksimivoima	Penkkipunnerrus isokineettis-konsentrisella mittauslaitteella
		-0,13	Aika (s)	Oikean käden kestopuristusvoima	Käsidynamometrillä yli 21 kg vastaava voima
		-0,09	Aika (s)	Vasemman käden kestopuristusvoima	
		-0,11	Aika (s)	Keskimääräinen kestopuristusvoima	
		-0,16	Aika (s)	Kyynärvarren koukistajalihasten kesto-voima	Isometrinen hauiskääntö tangolla, jossa 20 kg:n vapaat painot
	≤0,05	-0,24	REP	Epäkäslihasten kesto-voima	Pystysoutua 10 toistoa minuutissa metronomin tahdissa (enintään 100 toistoa) dynamometrillä, jossa 21 kg:n vapaat painot

Taulukko 9. Voimaominaisuudet naisilla evakuointisuorituksessa 2 (yksi auttaja kantaa palomiehenotteella, matka noin 100 metriä ja kesto noin 60 sekuntia).

TUTKIMUS (n)	p	r	SUURE (YK-SIKKÖ)	OMINAISUUS	TESTI
Singh ym. 1991, naisilla (n = 45)	NS	-0,05	MAX (kg)	Oikean käden maksimipuristusvoima	Käsidynamometri
		0,03	MAX (kg)	Vasemman käden maksimipuristusvoima	
		-0,01	MAX (kg)	Keskimääräinen maksimipuristusvoima	
		0,03	MAX (kg)	Kyynärvarren koukistajalihasten maksimivoima	Isometrinen mittauslaite
		-0,01	MAX (kg)	Vatsalihasten maksimivoima	
	<0,05	-0,44	MAX (kg)	Selkälihasten maksimivoima	
	NS	-0,26	MAX (kg)	Oikean polven koukistajalihasten maksimivoima	Isokineettis-konsentrisen mittauslaite
		-0,15	MAX (kg)	Vasemman polven koukistajalihasten maksimivoima	
		-0,21	MAX (kg)	Keskimääräinen polven koukistajalihasten maksimivoima	
		-0,14	MAX (kg)	Oikean polven ojentajalihasten maksimivoima	
		0,09	MAX (kg)	Vasemman polven ojentajalihasten maksimivoima	
		-0,01	MAX (kg)	Keskimääräinen polvien ojentajalihasten maksimivoima	
		-0,11	MAX (kg)	Kyynärvarren koukistajalihasten maksimivoima	
		0,01	MAX (kg)	Vatsalihasten maksimivoima	
		<0,05	-0,58	MAX (kg)	Selkälihasten maksimivoima
		-0,41	MAX (kg)	Jalkojen ojentajalihasten maksimivoima	Jalkakyyky isokineettis-konsentrisella mittauslaitteella
	NS	0,13	MAX (kg)	Epäkäslihasten maksimivoima	Pystysoutu isokineettis-konsentrisella mittauslaitteella
		0,03	MAX (kg)	Rintalihasten maksimivoima	Penkkipunnerrus isokineettis-konsentrisella mittauslaitteella
		-0,09	Aika (s)	Oikean käden kestopuristusvoima	Käsidynamometrillä yli 21 kg vastaava voima
		0,03	Aika (s)	Vasemman käden kestopuristusvoima	
		-0,03	Aika (s)	Keskimääräinen kestopuristusvoima	
		-0,18	Aika (s)	Kyynärvarren koukistajalihasten kesto-voima	Isometrinen hauiskäntö tangolla, jossa 20 kg:n vapaat painot
		-0,18	REP	Epäkäslihasten kesto-voima	Pystysoutua 10 toistoa minuutissa metronomin tahdissa (enintään 100 toistoa) dynamometrillä, jossa 21 kg:n vapaat painot

7.4.3 Evakuointisuoritus 3

Ainoastaan Deakin ym. (1999) olivat tutkineet voimaominaisuuksien merkitystä evakuointisuorituksessa 3 (Taulukko 10). He muuttivat suunnilleen normaalijakautuneiksi seuraavat suuret: käsinkohonta, punnerrus, istumaan nousu, yhdistetty puristusvoima, vertikaalihyppy ja suorituksen kesto. Mittaustulosten muuntamistavat saattoivat vaikuttaa korrelaatiokertoimiin. Tarkkaa suureiden muuntotapaa ei ole kuvattu tutkimusraportissa. He käyttivät fyysisen kunnon testejä, joiden tarkkoja määritelmiä ei löydetty tutkimusraportista. Maksimipuristusvoima sekä kyynärvarren koukistajalihasten, yläselän lihasten ja rintalihasten kestovoimat ja jalkojen nopeusvoima olivat käänteisessä yhteydessä evakuointisuorituksen keston. Yhteydet olivat huomattavia tai voimakkaita. Vatsalihasten kestovoimalla oli kohtalainen käänteinen yhteys evakuointisuorituksen keston.

Taulukko 10. Voimaominaisuudet evakuointisuorituksessa 3 (kaksi auttajaa vetää ahkiolla, matka noin 200 metriä ja kesto noin 75 sekuntia). Tilastollisesti merkitsevät huomattavat ja voimakkaat korrelaatiot suorituksen keston on lihavoitu.

TUTKIMUS (n)	p	r	SUURE (YKSIKKÖ)	OMINAISUUS	TESTI
Deakin ym. 1999 (n = 164 + 49)	≤0,001	-0,74	REP	Kyynärvarren koukistajalihasten ja yläselän lihasten kestovoima	Käsinkohontaa peräkkäin
		-0,74	REP	Rintalihasten kestovoima	Punnerrusta peräkkäin
		-0,46	REP	Vatsalihasten kestovoima	Istumaan nousu (enintään 100 toistoa)
		-0,86	MAX (kg)	Maksimipuristusvoima	Käsidynamometri molemmilla käsillä
		-0,69	Korkeus (cm)	Jalkojen ojentajalihasten nopeusvoima	Vertikaalihyppy

7.4.4 Evakuointisuoritus 4

Auttajien voimaominaisuuksien yhteyttä evakuointisuorituksessa 4 menestymiseen arvioitiin yhdeksän tutkimuksen avulla. Osa tutkimustiedosta taulukoitiin (Taulukko 11). Deakin ym. (1999) muuttivat suunnilleen normaalijakautuneiksi seuraavat suuret: käsinkohonta, punnerrus, istumaan nousu, yhdistetty puristusvoima, vertikaalihyppy ja suorituksen kesto. Mittaustulosten muuntamistavat saattoivat vaikuttaa korrelaatiokertoimiin. Tarkkaa suureiden muuntotapaa ei ole kuvattu tutkimusraportissa. He käyttivät fyysisen kunnon testejä, joiden tarkkoja määritelmiä ei löydetty tutkimusraportista. Deakin ym. (2000) muuttivat seuraavissa suureissa saadut mittaustulokset ennen tilastollista analyysiä (muunnos): punnerrusten lukumäärä (neliöjuuri), rintalihasten isometrinen maksimivoima (neliöjuuri), käsinkohontojen lukumäärä (kvartiili) ja suorituksen kesto (käänteisluvun vastaluku). Nämä vaihtelevat muuntamistavat

saattoivat vaikuttaa korrelaatiokertoimiin. Knapikin ym. (1999) tutkimuksessa auttajat jatkoivat evakuointisuoritusta vakionopeudella mahdollisimman pitkään.

Taulukko 11. Voimaominaisuudet evakuointisuorituksessa 4 (kaksi auttajaa kantaa paareilla, matka noin 230 metriä ja kesto noin 185 sekuntia). Tilastollisesti merkitsevät huomattavat ja voimakkaat korrelaatiot suorituksen kestoon on lihavoitu.

TUTKIMUS (n)	p	r	SUURE (YKSIKKÖ)	OMINAISUUS	TESTI
Deakin ym. 1999 (n = 164 + 49)	≤0,001	-0,75	REP	Kyynärvarren koukistajalihasten ja yläselän lihashen kesto-voima	Käsinkohontaa peräkkäin
		-0,78	REP	Rintalihasten kesto-voima	Punnerrusta peräkkäin
		-0,48	REP	Vatsalihasten kesto-voima	Istumaan nousu (enintään 100 toistoa)
		-0,85	MAX (kg)	Maksimipuristusvoima	Käsidynamometri molemmilla käsillä
		-0,69	Korkeus (cm)	Jalkojen ojentajalihasten nopeus-voima	Vertikaalihyppy
Deakin ym. 2000 (n = 623)	<0,001	-0,56	REP (min ⁻¹)	Vatsalihasten kesto-voima	Istumaan nousua minuutissa
		-0,73	REP	Rintalihasten kesto-voima	Punnerrusta peräkkäin
		-0,67	MAX (kg)	Maksimipuristusvoima	Käsidynamometri molemmilla käsillä
		-0,71	Korkeus (cm)	Jalkojen ojentajalihasten nopeus-voima	Vertikaalihyppy
		-0,60	Matka	Rintalihasten maksimivoima	Työntö isometrisellä mittauslaitteella
		-0,62	Matka	Yläselän lihashen maksimivoima	Veto isometrisellä mittauslaitteella
		-0,73	REP	Kyynärvarren koukistajalihasten ja yläselän lihashen kesto-voima	Käsinkohontaa peräkkäin
		-0,67	MAX (kg)	Selkälilihasten maksimivoima	Selän ojennus dynamometrillä
		-0,58	MAX (kg)	Jalkojen ojentajalihasten maksimivoima	Jalkakyykky dynamometrillä
Knapik ym. 1999 (n = 11)	<0,01	0,82	A (cm²)	Olkavarren lihashen ja olkaluun poikkipinta-ala	Antropometrinen malli
		0,86	A (cm²)	Kyynärvarren lihashen ja luiden poikkipinta-ala	Antropometrinen malli
		0,82	A (cm²)	Reiden lihashen poikkipinta-ala	Antropometrinen malli
		0,77	1RM (kg)	Yläselän lihashen maksimivoima	Ylätalja
	<0,05	0,70	1RM (kg)	Rintalihasten maksimivoima	Penkkipunnerrus
		0,63	MAX (kg)	Oikean käden maksimipuristusvoima	Käsidynamometri
		0,73	MAX (kg)	Vasemman käden maksimipuristusvoima	Käsidynamometri
	NS	0,53	1RM (kg)	Jalkojen ojentajalihasten maksimivoima	Jalkakyykky
		0,28	REP ((2 min) ⁻¹)	Rintalihasten kesto-voima	Punnerrusta kahdessa minuutissa
		-0,38	REP ((2 min) ⁻¹)	Vatsalihasten kesto-voima	Istumaan nousua kahdessa minuutissa
Vehmasvaara 2004 (n = 24)	<0,01	-0,74	MAX (kg)	Maksimipuristusvoima	Käsidynamometri molemmilla käsillä
		-0,63			
		-0,57	1RM (kg)	Jalkojen ojentajalihasten maksimivoima	Jalkaprässi (enintään 150 kg)
		-0,56			
	<0,05	-0,49	REP	Jalkojen ojentajalihasten kesto-voima	Askelkyykky (molemmissa käsissä 16 kg:n painot)
		-0,54			
	NS	-0,13	REP	Vatsalihasten kesto-voima	Istumaan nousu (enintään 70 toistoa)
		-0,21			

Leykin ym. (2007, 2006) ja Ricen ym. (1996b) mukaan puristusvoima on tärkeää käsivaraisessa paarien kantamisessa. Leyk ym. (2006) havaitsivat maksimipuristusvoimassa noin 20 prosentin laskun heti suorituksen jälkeen ja noin 12 prosentin laskun 24 tuntia suorituksen jälkeen ($p < 0,05$). Leykin ym. (2007) tutkimus tukee näitä havaintoja. Lisäksi he havaitsivat, et-

tä hallitsevan käden vakaus laski tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$). Rice ym. (1996a) havaitsivat saman omassa tutkimuksessaan jo paljon aiemmin ($p = 0,002$). Leyk ym. (2007, 2006) kuitenkin havaitsivat, että hallitsevan käden vakaudessa ennen suoritusta ja 30 minuuttia suorituksen jälkeen ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ($p > 0,05$).

Evakuointisuorituksessa 4 menestymisessä korostui etenkin maksimipuristusvoima ($|r| = 0,63–0,85$). Yhteydet olivat huomattavia tai voimakkaita. Kyynärvarren koukistajalihasen ja yläselän lihasen kesto- ja maksimivoimat olivat huomattavassa yhteydessä evakuointisuorituksen kestoon ($|r| = 0,62–0,77$). Rintalihasen kesto- ja maksimivoimat olivat myös huomattavassa yhteydessä suorituksen kestoon ($|r| = 0,60–0,78$). Knapik ym. (1999) eivät kuitenkaan havainneet tilastollisesti merkitsevää yhteyttä rintalihasen kestovoimaan ($r = 0,28$; $p = \text{NS}$).

Jalkojen ojentajalihasen nopeusvoima oli useimmissa tutkimuksissa huomattavassa sekä kesto- ja maksimivoimat kohtalaisessa yhteydessä menestymiseen evakuointisuorituksessa 4. Knapik ym. (1999) eivät tosin havainneet tilastollisesti merkitsevää yhteyttä jalkojen ojentajalihasen maksimivoimaan ($r = 0,53$; $p = \text{NS}$). Lisäksi Deakin ym. (2000) havaitsivat, että selkälihasen maksimivoimalla oli huomattava käänteinen yhteys evakuointisuorituksen kestoon ($r = -0,67$). Vatsalihasen kestovoima oli myös kohtalaisessa yhteydessä evakuointisuorituksessa 4 menestymiseen, mutta Knapik ym. (1999) ja Vehmasvaara (2004) eivät havainneet tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä. Tutkittavien lukumäärä oli kuitenkin pieni Knapikin ym. (1999) ja Vehmasvaaran (2004) tutkimuksissa, mikä heikentää tulosten painoarvoa.

7.5 Yhteenveto

Tutkimustiedon pohjalta löydettiin neljä yleisintä evakuointisuoritusta, joihin kultakin auttajalta kulunutta aikaa käytettiin suorituksessa menestymistä mittaavana suureena:

- 1) Yksi auttaja raahaa 30 metriä. Suorituksen keskimääräinen kesto oli 65 sekuntia.
- 2) Yksi auttaja kantaa palomiehenotteella 100 metriä. Suorituksen keskimääräinen kesto oli 60 sekuntia.
- 3) Kaksi auttajaa vetää ahkiolla 200 metriä. Suorituksen keskimääräinen kesto oli 75 sekuntia.
- 4) Kaksi auttajaa kantaa paareilla 230 metriä. Suorituksen keskimääräinen kesto oli 185 sekuntia.

Energia-aineenvaihdunnan laatua arvioitiin suoritusten keston avulla. Evakuointisuoritusten 1–3 kesto oli 58–75 sekuntia. Ne suoritettiin pääsääntöisesti maksimaalisella intensiteetillä. Evakuointisuorituksen 4 kesto oli 184 sekuntia. Se suoritettiin neljässä tutkimuksessa submaksimaalisella ja viidessä maksimaalisella intensiteetillä. Kestävyys- ja voimaominaisuuksien yhteyttä evakuointisuorituksissa menestymiseen arvioitiin tilastollisen merkitsevyytensä ja korrelaatiokertoimen suuruuden avulla. Tuloksista koostettiin kestävyys- ja voimaominaisuuksien osalta yhteenveto (Taulukko 12). Heikot yhteydet jätettiin huomioimatta.

Taulukko 12. Kestävyys- ja voimaominaisuudet yleisimmissä evakuointisuorituksissa. 1. ominaisuus on tulosten perusteella arvioitu merkittävimmäksi.

EVAKUOINTISUORITUS	KESTÄVYYSSOMINAISUUS	VOIMAOMINAISUUS
1) Yksi auttaja raahaa 30 metriä, suorituksen keskimääräinen kesto 65 sekuntia	1. Anaerobinen kapasiteetti 2. Aerobinen kapasiteetti	1. Maksimipuristusvoima 2. Rintalihasten voima 3. Olkapäälihasten kesto- ja maksimivoima 4. Yläselän lihasten kesto- ja maksimivoima 5. Kyynärvarren koukistajalihasten kesto- ja maksimivoima 6. Jalkojen maksimi- ja nopeusvoima
2) Yksi auttaja kantaa palomiehennäköillä 100 metriä, suorituksen keskimääräinen kesto 60 sekuntia	Jalkojen anaerobinen kapasiteetti	1. Vatsalihasten maksimivoima 2. Selkilihasten maksimivoima 3. Jalkojen ojentajalihasten maksimivoima
3) Kaksi auttajaa vetää ahkiolla 200 metriä, suorituksen keskimääräinen kesto 75 sekuntia	Aerobinen kapasiteetti	1. Maksimipuristusvoima 2. Kyynärvarren koukistajalihasten kesto- ja maksimivoima 3. Yläselän lihasten kesto- ja maksimivoima 4. Rintalihasten kesto- ja maksimivoima 5. Jalkojen nopeusvoima 6. Vatsalihasten kesto- ja maksimivoima
4) Kaksi auttajaa kantaa paareilla 230 metriä, suorituksen keskimääräinen kesto 185 sekuntia	Aerobinen kapasiteetti	1. Maksimipuristusvoima 2. Kyynärvarren koukistajalihasten kesto- ja maksimivoima 3. Yläselän lihasten kesto- ja maksimivoima 3. Rintalihasten kesto- ja maksimivoima 4. Jalkojen ojentajalihasten voima 5. Selkilihasten maksimivoima 6. Vatsalihasten kesto- ja maksimivoima

8 POHDINTA (IV)

Sodankäynnin teknistyminen on lisännyt taistelijoiden fyysisen suorituskyvyn merkitystä. Taistelijoiden tulee kestää äärimmäistä rasitusta ja palautua siitä entistä nopeammin taistelukentällä. Joukkojen on kyettävä itsenäiseen toimintaan ja johtamiseen ryhmätasolta alkaen. Maksimaalisen hapenkulutuksen tulee olla vähintään $45 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. (Puolustusvoimien liikuntastrategia 2007–2016 2007, 8–9.) Kallioniemen (2009, 39) mukaan jalkaväkitaistelijoiden maksimaalinen hapenkulutus tulisi kuitenkin olla vähintään $50 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Lisäksi taistelijoiden on pystyttävä jatkuvasti toimimaan vähintään 25 kilogramman lisäkuorman kanssa. Hetkellisesti kuorma saattaa nousta 55–60 kilogrammaan. (Puolustusvoimien liikuntastrategia 2007–2016 2007, 9.) Jotta taistelija kykenee säilyttämään toimintakykynsä, kestävyys- ja voimaominaisuuksien tulee olla riittävällä tasolla. Reserviläisten kestävyys- ja voimaominaisuudet ovat kuitenkin selvästi alle tavoitetason (Kallioniemi 2009, 39–42). Huonokuntoisten taistelijoiden toimintakyky heikkenee nopeammin taistelukentällä, minkä seurauksena myös joukon suorituskyky laskee.

Tässä tutkimuksessa löydettiin neljä yleisintä evakuointisuoritusta, jotka määritettiin aiemmissa kokeellisissa tutkimuksissa käytettyjen testien ja testiratojen avulla. Tutkielman viitekehys eli haavoittuneen evakuointi jääkärikomppanian hyökkäystaistelussa oli ainoastaan ohjaava tekijä aineiston valinnassa. Ei siis voida sanoa, vastaavatko evakuointisuoritukset 1–4 todellisuutta. Ne kuitenkin viitoittivat, minkälaisia suoritukset voisivat olla. Tutkijan mielestä tulisi selvittää esimerkiksi pääsotaharjoituksissa, mitkä ovat käytetyimmät ja eri vuodenaikoina käyttökelpoisimmat siirtotekniikat ja evakuointisuoritukset simuloituissa taistelutilanteissa. Tutkimusta voitaisiin tehdä myös puolustustaistelusta ja etenkin uudistetusta taistelutavasta. Tulevaisuudessa taistelupelastajat toimivat ryhmätasolla, mutta etäisyydet tulevat olemaan aiempaa pitempiä ja haavoittuneiden evakuointi entistä haasteellisempaa (Lehesjoki ym. 2013, 14–16). Lisäksi uudistetussa taistelutavassa haavoittuneiden evakuointiin tulleen mahdollisesti käyttämään maastokoottereita. Evakuointisuorituksia koskevassa tutkimuksessa tulisi tehdä yhteistyötä sotilaslääketieteen asiantuntijoiden kanssa ja selvittää, mitkä siirtotekniikat soveltuvat parhaiten erilaisten vammapotilaiden evakuoimiseen.

Ensivaiheen evakuointi tapahtuisi todellisessa hyökkäystaistelussa todennäköisesti raahaten, mutta potilaan siirron matka ja kesto saattavat olla paljon pitempiä kuin tässä tutkielmassa kuvatussa evakuointisuorituksessa 1. Haavoittuneen evakuointi suuntauran varteen voidaan toteuttaa palomiehenotteella, jos maasto antaa tarpeeksi suojaa vihollisen tähystykseltä ja suo-

ra-ammuntatulelta. Palomiehenote vaatii äärimmäisen hyväkuntoisen auttajan ja kevyen potilaan, sillä vaikeasti haavoittunut potilas ei itse pysty avustamaan siirtämisessään. Reillyn (2010, 64) mukaan palomiehenotetta ei juurikaan käytetä todellisuudessa, kun taas 25 prosentissa tapauksista potilasta raahataan ilman välineitä, kuten paareja. Talvella potilaan vetäminen ahkiolla suuntauralle on paljon käyttökelpoisempi ja auttajien voimia säästävä siirtotekniikka. Jos kanto-osastot joutuvat evakuoimaan haavoittuneet suuntauralta ensihoitopaikalle, matka ja siirron kesto vedettäessä ahkiolla tai kannettaessa paareilla kasvavat käytännössä huomattavasti pitemmiksi kuin evakuointisuorituksissa 3 ja 4.

Auttajan varustuksen, potilaan ja välineiden massat vaihtelivat tutkimusten välillä. Vain harvoissa tutkimuksissa auttajan varustuksen massa vastasi suomalaisen sotilaan taisteluvälinevarustuksen massaa. Esimerkiksi evakuointisuorituksessa 3 auttajalla ei ollut minkäänlaista välineistä tavanomaisen vaatetuksen lisäksi. Potilaan ja välineiden yhteinen massa ei vastannut yhdessäkään evakuointisuorituksessa todellisuutta. Suomalaisen reserviläisen keskimääräinen massa on noin 80 kilogrammaa (Vaara ym. 2009, 43). Kun taistelijan massaun lisätään vaatetuksen ja taisteluvälinevarustuksen massa, siirrettävän potilaan massaksi tulee yli 100 kilogrammaa. Voidaan todeta, että kaikki tässä tutkielmassa käsitellyt evakuointisuoritukset 1–4 olisivat todellisessa taistelutilanteessa siirrettävän massan osalta tuntuvasti kuormittavampia kuin analysoiduissa tutkimuksissa.

Tulosten luotettavuus yleisimpien evakuointisuoritusten välillä vaihtelee huomattavasti. Evakuointisuorituksia 2 ja 3 oli kumpaakin tutkittu vain yhdessä tutkimuksessa. Evakuointisuoritusta 1 käsiteltiin seitsemässä ja evakuointisuoritusta 4 yhdeksässä tutkimuksessa. Tutkimustulosten analyysi kyettiin siis toteuttamaan paljon monipuolisemmin ja luotettavammin evakuointisuorituksissa 1 ja 4, koska tarkastelluista tuloksista löydettiin yhtäläisyyksiä ja eroja. Lisäksi korrelaatiokertoimien suuruusluokat vaihtelivat melko paljon eri tutkimusten välillä, mihin saattoi vaikuttaa etenkin tutkittavien lukumäärän suuri vaihteluväli ($n = 11\text{--}623$). Osa tutkimusten ristiriitaisista tuloksista saattoikin johtua siitä, että pieni tutkittavien lukumäärä aiheutti tilastollisessa analyysissä poikkeavan tuloksen. Deakin ym. (2000, 1999) muuttivat myös suureita vaihtelevilla tavoilla ennen tilastollista analyysia, mikä saattoi vaikuttaa korrelaatiokertoimien suuruuteen.

Energia-aineenvaihduntaa arvioitiin suoritusten keston avulla. Evakuointisuorituksissa 1–3 energiantuotto oli anaerobista niiden lyhyen keston vuoksi. Väliön ja lyhytaikainen energiajärjestelmä korostuivat. Lisäksi evakuointisuoritukset 1–3 suoritettiin pääsääntöisesti maksi-

maalisella intensiteetillä, mikä lisäsi anaerobisen energiantuoton osuutta. Evakuointisuoritus 4 oli kestoaltaan pitempi. Se suoritettiin neljässä tutkimuksessa submaksimaalisella ja viidessä maksimaalisella intensiteetillä. Energiantarve voitiin siis ainakin osittain tyydyttää aerobisesti, minkä perusteella lyhyt- ja pitkäaikainen energiajärjestelmä korostuivat.

Evakuointisuorituksessa 1 korostui etenkin anaerobinen kapasiteetti. Evakuointisuorituksessa 2 korostui siirtotekniikan luonteen vuoksi jalkojen anaerobinen kapasiteetti. Lisäksi kaikki evakuointisuoritukset 1–4 olivat vaihtelevasti yhteydessä aerobiseen kapasiteettiin. Tutkimuksissa ei kuitenkaan selvitetty anaerobisen kapasiteetin yhteyttä evakuointisuorituksiin 3 ja 4. Useimmissa tutkimuksissa testi tai testirata suoritettiin maksimaalisella intensiteetillä. Suorituksen kesto oli kaikissa tapauksissa lyhyt. Aikaisempaa kuormitusta ei pääsääntöisesti ollut, vaan testien välillä annettiin riittävästi aikaa palautumiseen. Tutkittavat eivät myöskään joutuneet fyysiseen rasitukseen välittömästi suorituksen jälkeen. Näiden tekijöiden perusteella arvioiden on selvää, että anaerobisella kapasiteetilla oli huomattava merkitys kaikissa evakuointisuorituksissa 1–4.

Koetilanteet eivät ole verrattavissa jääkärikomppanian hyökkäystaisteluun. Taistelukentällä taistelija on jo valmiiksi kuormittunut, mikä lisäksi hänen tulee kyetä jatkamaan taistelua evakuointisuorituksen jälkeen. Oletettavasti auttaja ei kykene evakuoimaan haavoittunutta maksimaalisella intensiteetillä, vaan evakuointisuoritus tapahtuu mahdollisimman nopeasti tilanteeseen nähden sopivalla submaksimaalisella intensiteetillä. Taistelutilanteessa auttajan tulee hyödyntää maaston suojaa ja säilyttää taisteluvalmius evakuointisuorituksen aikanakin. Suorituksesta palautuminen korostuu taistelukentällä, mikä vuoksi aerobisen kapasiteetin merkitys kasvaa käytännön evakuointisuorituksessa. Tämän tutkimuksen perusteella on vaikea arvioida anaerobisen kapasiteetin merkitystä todellisissa taistelutilanteen evakuointisuorituksissa. Useat muutkin taistelukentän tehtävät ovat luonteeltaan anaerobisia. Tämän vuoksi anaerobisen kapasiteetin yhteyttä suoritustakykyyn tulisi tutkia kenttäolosuhteissa.

Evakuointisuorituksissa 1, 3 ja 4 korostuivat etenkin maksimipuristusvoima, kyynärvarren koukistajalihasten kesto- ja maksimivoima, rintalihasten voima sekä yläselän lihasten kesto- ja maksimivoima. Jalkojen voima oli myös yhteydessä edellä mainittuihin evakuointisuorituksiin. Voidaan siis todeta, että auttajan on tärkeää pystyä pitämään kaiken aikaa kiinni potilaan varusteista tai apuvälineestä, vaikka evakuointisuoritus on lihasten voimantuoton kannalta raskas. Kyynärvarren koukistajalihakset joutuvat kaikissa evakuointisuorituksissa tekemään iso-

metristä lihastyötä, mikä lisää niiden voimaominaisuuksien merkitystä. Rinta- ja yläselän lihaksilla tuetaan käsiä, jolloin suuret lihakset joutuvat tekemään isometristä lihastyötä.

Evakuointisuorituksessa 2 korostui etenkin keskivartalon maksimivoima. Hyvät voimaominaisuudet omaava auttaja kykenee tukemaan keskivartalonsa, mikä helpottaa palomiehenotteella tehtävää evakuointisuoritusta (Singh ym. 1991). Naisilla selkälihasten maksimivoima oli paljon suuremmassa roolissa kuin miehillä oletettavasti sukupuolten välisten voimaominaisuuksien erojen vuoksi. Lisäksi jalkojen ojentajalihasten maksimivoima on yhteydessä evakuointisuoritukseen 2. Singh ym. (1991) toteavatkin, että auttajan tulee kyetä nostamaan jaloilla vähintään oma massansa.

Puolustusvoimissa testataan palkatun henkilöstön, varusmiesten ja reserviläisten fyysistä suorituskyykyä. Tällä hetkellä kestävyyttä mitataan pääsääntöisesti 12 minuutin juoksutestissä ja voimaa lihaskuntotestissä, jossa suoritetaan seuraavat osatestit määrättyssä järjestyksessä: vauhditon pituushyppy, istumaan nousu ja etunojapunnerrus. Juoksutestin avulla arvioidaan epäsuorasti aerobista kapasiteettia. Vauhditon pituus puolestaan mittaa jalkojen maksimi- ja nopeusvoimia, istumaan nousu vatsalihasten dynaamista kestovoimaa sekä etunojapunnerrus ylävartalon dynaamista ja isometristä kestovoimaa. (Pihlainen ym. 2011, 5–8, 13, 32, 41–43.) Voidaan siis todeta, että aerobista kapasiteettia sekä kyynärvarren koukistajalihasten, rintalihasten, yläselän lihasten, jalkojen ja keskivartalon voimaa mitataan ainakin epäsuorasti. Anaerobista kapasiteettia ja maksimipuristusvoimaa ei mitata. Vaara ym. (2009, 53) kuitenkin havaitsivat, että puristusvoima ei ole yhteydessä lihaskuntoindeksiin.

Maksimipuristusvoima korostui evakuointisuorituksissa 1, 3 ja 4. Rice ym. (1996a) havaitsivat, että neljä auttajaa kykeni kantamaan potilasta paareilla noin 30 prosenttia kauemmin kuin kaksi auttajaa ($p < 0,001$). Kun auttajat käyttivät valjaita, auttajat kykenivät jatkamaan suoritusta noin 280 prosenttia kauemmin ($p < 0,001$). Samoin käden vakaus suorituksen jälkeen oli tilastollisesti merkitsevästi parempi auttajilla, jotka käyttivät valjaita ($p = 0,03$). Lisäksi valjaiden käyttö laskee anaerobisen energiantuoton osuutta evakuointisuorituksessa 4 (Leyk ym. 2006). Ricen ym. (1996b) mukaan valjaiden käyttö kuitenkin hidastaa toimintaa, kun joudutaan tekemään useita lyhytkestoisia evakuointisuorituksia. Todellista taistelutilannetta ajatellen auttajien tulisi mahdollisuuksien mukaan käyttää valjaita, kun potilasta kannetaan paareilla pitempi matka.

Apuvälineiden käyttömahdollisuudet muissakin evakuointisuorituksissa kannattaisi selvittää. Evakuointisuorituksessa 1 voitaisiin esimerkiksi käyttää apuvälinettä, joka koostuu kahdesta sulkurenkaasta ja köydestä. Sillä auttaja voisi kiinnittää itsensä varusteista potilaaseen. Tällöin auttaja kykenisi paremmin ryömimään maaston suojassa ja tarvittaessa käyttämään asettaan. Kun käsien vakaus paranee, ampuminen ja ensiavun antaminen haavoittuneelle onnistuvat luultavasti paremmin. Apuvälinettä ei välttämättä kannata käyttää lyhyissä evakuointisuorituksissa, koska itsensä kiinnittäminen potilaaseen taistelutilanteessa on merkittävä riski. Tarvittaessa samaa apuvälinettä voisi käyttää valjaina, kun haavoittunutta kannetaan paareilla. Tällaisilla ratkaisuilla kyettäisiin mahdollisesti ylläpitämään taistelijan kokonaisvaltaista toimintakykyä.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET (IV)

- 1) Yleisimmät evakuointisuoritukset toteutetaan selkeästi raahaamalla tai paareilla. Ensivaiheen evakuointi toteutetaan raahaamalla maata pitkin. Paareilla haavoittunutta kyetään evakuoimaan pitempiäkin matkoja. Talvella kannattaa käyttää ahkiota. Palomiehenote ei pääsääntöisesti sovellu vakavasti haavoittuneen evakuoimiseen.
- 2) Energiantuotto tapahtui pääosin anaerobisesti tutkituissa yleisimmissä evakuointisuorituksissa. Taistelutilanteessa suorituksen intensiteetti lieenee matalampi ja kesto pitempi. Taistelija on jatkuvan kuormituksen alla taistelukentällä, minkä seurauksena aerobisen energiantuoton osuus on todellisissa evakuointisuorituksissa todennäköisesti suurempi.
- 3) Aerobinen kapasiteetti korostuu yleisimmissä evakuointisuorituksissa taistelukentällä. Kun taistelija kuormittuu jatkuvasti taistelutehtävissä, palautumisen ja aerobisen kapasiteetin merkitys kasvaa. Anaerobisen kapasiteetin yhteys haavoittuneen evakuoinnissa vaadittavaan fyysiseen suorituskyykyyn on epäselvä, koska yleisimpiä evakuointisuorituksia ei ole tutkittu oikeissa tai simuloituissa taistelutilanteissa.
- 4) Puristusvoima korostui yleisimmissä evakuointisuorituksissa. Heikko puristusvoima saattaa jopa rajoittaa haavoittuneen evakuoinnin suorittamista. Taistelijan toimintakykyä voitaisiin mahdollisesti ylläpitää paremmin, jos haavoittuneen evakuoinnissa käytettäisiin apuvälineitä, kuten sulkurenkaita tai valjaita. Kyynärvarren koukistajalihakset sekä rinta- ja yläselän lihakset tukevat keskeisesti ylävartaloa yleisimmissä evakuointisuorituksissa.

Tämän tutkimuksen perusteella nousi esille useita puutteita tutkimustiedossa. Tutkijan mielestä keskeisimmät jatkotutkimuskysymykset ovat:

- Mitkä siirtotekniikat soveltuvat parhaiten erilaisten vammapotilaiden evakuoimiseen?
- Mitkä ovat todellisuudessa yleisimmät ja eri vuodenaikoina käyttökelpoisimmat evakuointisuoritukset jääkärikomppanian hyökkäys- ja puolustustaistelussa?
- Mitkä ovat käyttökelpoisimmat siirtotekniikat uudistetussa taistelutavassa?
- Miten taistelija kuormittuu yleisimmissä evakuointisuorituksissa taisteluharjoituksessa?
- Mikä on anaerobisen kapasiteetin merkitys yleisimmissä evakuointisuorituksissa?
- Mitkä voimaominaisuudet rajoittavat auttajan fyysistä suorituskyykyä eniten?
- Voidaanko puristusvoiman merkitystä yleisimmissä evakuointisuorituksissa vähentää taistelijan käyttöön soveltuvilla apuvälineillä?

LÄHTEET

Ahtiainen, J., Mero, A. & Häkkinen, K. 2007. Voiman mittaaminen. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. Keskinen & K. Häkkinen (toim.) Urheiluvalmennus. VK-Kustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 284–289.

Allard, D., Ouellette, B., McKie, R., Bourgoin, D., Charron, C. & Woodruff, H. 2012. Canadian Forces EXPRES Operations Manual. 5th Edition. Director General Personal Family Support Service (DGPFSS). Directorate of Fitness (DFIT). Personnel Support Programs (PSP). Viitattu 16.3.2013 https://www.cfpsa.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Fitness/Documents/CF%20Expres%20Manual_Eng_July_FINAL_2012.pdf

Arvey, R. D., Landon, T. E., Nutting, S. M. & Maxwell, S. E. 1992. Development of Physical Ability Tests for Police Officers: A Construct Validation Approach. *Journal of Applied Psychology* 77(6), 996–1009.

Bugajska, J., Zuzewicz, K., Szmauz-Dybko, M. & Konarska, M. 2007. Cardiovascular Stress, Energy Expenditure and Subjective Perceived Ratings of Fire Fighters During Typical Fire Suppression and Rescue Tasks. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 13(3), 323–331.

Deakin, J. M., Pelot, R., Smith, J. T. & Weber, C. L. 1999. Physical Fitness Maintenance Program. Selection and Maintenance Standards Division. Ergonomics Research Group. Queen's University. Viitattu 16.3.2013 <https://www.cfpsa.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Documents/Publications%20and%20Reports/Physical%20Fitness%20Maintenance%20Program.pdf>

Deakin, J. M., Pelot, R., Smith, J. T. & Weber, C. L. 2000. Development and Validation of Canadian Forces Minimum Physical Fitness Standard (MPFS 2000). Selection and Maintenance Standards Division. Ergonomics Research Group. Queen's University. Viitattu 16.3.2013 <https://www.cfpsa.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Documents/Publications%20and%20Reports/MPFS%202000.pdf>

Eskola, J. & Suoranta, J. 2005. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Harman, E. A., Gutekunst, D. J., Frykman, P. N., Nindl, B. C., Alemany, J. A., Mello, R. P. & Sharp, M. A. 2008. Effects of Two Different Eight-Week Training Programs on Military Physical Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22(2), 524–534.

Headquarters, Departments of the Army, the Navy, and the Air Force and Commandant, Marine Corps 2002. First Aid. Change 1, Field Manual (FM) No. 4-25.11/Navy Tactical Reference Publication (NTRP) No. 4-02.1.1/Air Force Manual (AFMAN) No. 44-163(I)/Marine Corps Reference Publication (MCRP) No. 3-02G. 15 July 2004. Viitattu 16.3.2013 http://armypubs.army.mil/doctrine/DR_pubs/dr_a/pdf/fm4_25x11.pdf

Hendrickson, N. R., Sharp, M. A., Alemany, J. A., Walker, L. A., Harman, E. A., Spiering, B. A., Hatfield, D. L., Yamamoto, L. M., Maresh, C. M., Kraemer, W. J. & Nindl, B. C. 2010. Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *European Journal of Applied Physiology* 109, 1197–1208.

Häkkinen, K. 2004. Hermo-lihasjärjestelmän voimantuoton biomekaaniset tekijät. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156*. Tampere: Tammer-Paino oy, 125–132.

Häkkinen, K., Mäkelä, J. & Mero, A. 2007. Voima. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. Keskinen & K. Häkkinen (toim.) *Urheiluvalmennus*. VK-Kustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 251–283.

Kallioniemi, P. 2009. Reserviläisten fyysisen kunnon riittävyys sodanajan tehtäviin. Maanpuolustuskorkeakoulu. Esiupseerikurssi 61. Tutkielma.

Knapik, J. J., Harper, W. & Crowell, H. P. 1999. Physiological factors in stretcher carriage performance. *European Journal of Applied Physiology* 79, 409–413.

Kokko, J. 2008. Vertaileva tutkimus taisteluvälineiden fyysisestä kuormittavuudesta. Maanpuolustuskorkeakoulu. Kadettikurssi 91. Pro Gradu.

Koskenvuo, K. 1993. Kenttälääkinnän yleisjärjestelyt. Teoksessa K. Koskenvuo (toim.) *Kenttälääkintä. Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto*. Hämeenlinna: Karisto Oy, 17–35.

Kyröläinen, H. 1998. Liikuntabiologinen näkökulma toimintakykyyn. Teoksessa J. Toiskallio (toim.) Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Julkaisusarja 2 N:o 4. Vaasa: Ykkös-Offset Oy, 25–41.

Kyröläinen, H. & Santtila M. 2010. Sotilaiden fyysinen toimintakyky – vaatimukset ja haasteet. Teoksessa J. Mäkinen & J. Tuominen (toim.) Toimintakykyä kehittämässä: Jarmo Toiskallion juhlakirja. Maanpuolustuskorkeakoulu. Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos. Julkaisusarja 1, n:o 6. Helsinki: Edita Prima Oy, 139–148.

Lehesjoki, M., Lampinen, P. & Palokangas, M. 2013. Maavoimien uuden taistelutavan vaatimukset lääkintähuollolle. Sotilaslääketieteen Aikakauslehti 1/2013. Teemanumero: Puolustusvoimien lääkintähuolto 2015+. Annales Medicinae Militaris Fenniae 88(1), 14–16. Viitattu 16.3.2013 http://www.puolustusvoimat.fi/wcm/e179ee004dde19ce8e1e9ed86fad152c/Sotilas%C3%A4%C3%A4ketieteen+Aikakauslehti+1_2013.pdf?MOD=AJPERES

Leyk, D., Rohde, U., Erley, O., Gorges, W., Essfeld, D., Erren, T. C. & Piekarski, C. 2007. Maximal manual stretcher carriage: performance and recovery of male and female ambulance workers. *Ergonomics* 50(5), 752–762.

Leyk, D., Rohde, U., Erley, O., Gorges, W., Wunderlich, M., Rütther, T. & Essfeld, D. 2006. Recovery of hand grip strength and hand steadiness after exhausting manual stretcher carriage. *European Journal of Applied Physiology* 96, 593–599.

Maanpuolustuskorkeakoulu 2004. Taistelija 2005 – Fyysisen suorituskyvyn tutkimus. Viitattu 16.3.2013 http://www.puolustusvoimat.fi/wcm/44e3db804119342d9db3fde364705c96/Taistelija2005.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=44e3db804119342d9db3fde364705c96

Maavoimien Esikunta/Henkilöstöosasto 2008. Komppanian taisteluohje. Helsinki: Edita Prima Oy.

McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2006. Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance. Sixth edition. The United States of America: R. R. Donnelley & Sons – Willard.

Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Henry, L. J., Thompson, G. B. & Brown, B. S. 2011. Assessment of Physical Fitness Aspects and Their Relationship to Firefighters' Job Abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(4), 956–965.

Myhre, L. G., Grimm, W. H., Tattersfield, C. R., Wells, W. T., Tucker, D. M., Bauer, D. H. & Fischer, Jr., J. R. 1997. Relationship Between Selected Measures of Physical Fitness and Performance of a Simulated Fire Fighting Emergency Task. United States Air Force. Armstrong Laboratory. Viitattu 16.3.2013 <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA319915>

Nummela, A. 2004. Kestävyys suorituskykyä selittävät tekijät. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 51–59.

Pihlainen, K., Santtila, M., Ohrankämmen, O., Ilomäki, J., Rintakoski, M. & Tiainen, S. 2011. *Puolustusvoimien kuntotestaajan käsikirja*. 2. painos. Edita Prima Oy.

Pääesikunnan henkilöstöosasto 2007. *Puolustusvoimien liikuntastrategia 2007–2016*. Edita Prima Oy.

Pääesikunnan henkilöstöosasto 2011. *Asevelvollisten fyysinen koulutus*. Määräys HH425. Helsinki.

Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto 2001. *Terveys ja toimintakyky*. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Pääesikunta 1989. *Jääkärikomppanian opas*, luonnos. Helsinki.

Pääesikunta 1998. *Sotilaspedagogiikan perusteet*. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Pääesikunta 2000. *Joukkueen Opas*. Helsinki: Oy Edita Ab.

Pääesikunta/huolto-osasto 2002. *Lääkintähuolto-opas*, luonnos. Helsinki: Kirjapaino.

Pääesikunta/Koulutusosasto 2006. *Kouluttajan opas*. Helsinki: Edita Prima Oy.

Pääesikunta/Maavoimaosasto 2003. Ryhmänjohtajan käsikirja. Helsinki: Edita Prima Oy.

Reilly, T. 2010. Canada's Physical Fitness Standard for the Land Force: A Global Comparison. Articles. The Canadian Army Journal Volume 13.2.2010, 59–69. Viitattu 16.3.2013 <https://www.cfpsa.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Documents/Publications%20and%20Reports/Canada%27s%20Physical%20Fitness%20Standard%20for%20the%20Land%20Force.pdf>

Rhea, M. R., Alvar, B. A. & Gray, R. 2004. Physical Fitness and Job Performance of Firefighters. Journal of Strength and Conditioning Research 18(2), 348–352.

Rice, V. J. B., Sharp, M. A., Tharion, W. J. & Williamson, T. L. 1996a. The effects of gender, team size, and a shoulder harness on a stretcher-carry task and post-carry performance. Part I. A simulated carry from a remote site. International Journal of Industrial Ergonomics 18, 27–40.

Rice, V. J. B., Sharp, M. A., Tharion, W. J. & Williamson, T. L. 1996b. The effects of gender, team size, and a shoulder harness on a stretcher-carry task and post-carry performance. Part II. A mass-casualty simulation. International Journal of Industrial Ergonomics 18, 41–49.

Seppänen, R., Kervinen, M., Parkkila, I., Karkela, L. & Meriläinen, P. 2007. MAOL-taulukot. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Siitonen, S. 2012. Lääkintähuolto poikkeusoloissa. Verkkojulkaisussa K. Mattsson & T. Mikola (toim.) Turvallinen Suomi – Tietoja Suomen kokonaisturvallisuudesta, 300–303. Viitattu 16.3.2013 <http://www.puolustusvoimat.fi/wcm/7545ba804d0aa5cab20dfbe3549e69d1/Tietoa+Suomen+kokonaisturvallisuudesta+artikkelit.pdf?MOD=AJPERES>

Singh, M., Lee, S. W., Wheeler, G., Singh Chahal, P., Oseen, M. & Couture, R. 1991. Task Related Physical Fitness and Performance Standards for the Canadian Army. The University of Alberta. Viitattu 16.3.2013 <https://www.cfpsa.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Documents/Publications%20and%20Reports/Task%20Related%20Physical%20Fitness%20And%20Performance%20Standards%20For%20The%20Canadian%20Army.pdf>

Stevenson, J. M., Andrew, G. M., Bryant, J. T., Thomson, J. M., Swan, R. D. & Lee, S. W. 1988. Development of Minimum Physical Fitness Standards for the Canadian Armed Forces:

Phase III. School of Physical and Health Education. Department of Mechanical Engineering. Queen's University. Kingston. Viitattu 16.3.2013 <https://www.cfpsa.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Documents/Publications%20and%20Reports/MPFS%2088.pdf>

Suni, J. 2005. Liikuntaelimistön toimintakyky. Teoksessa M. Fogelholm & I. Vuori (toim.) *Terveysliikunta*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 33–47.

Tikka, S., Myllynen P. & Koskenvuo K. 1993a. Liite 1-22 Potilaan siirtotekniikoita, kun auttajia on yksi. Teoksessa K. Koskenvuo (toim.) *Kenttälääkintä*. Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto. Hämeenlinna: Karisto Oy, 613–615.

Tikka, S., Myllynen P. & Koskenvuo K. 1993b. Liite 1-23 Potilaan siirtotekniikoita, kun auttajia on kaksi tai useampia. Teoksessa K. Koskenvuo (toim.) *Kenttälääkintä*. Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto. Hämeenlinna: Karisto Oy, 616–619.

Tikka, S., Pihlajaniemi, R. & Laapio H. 1993. Ensihoidon tutkimus- ja hoitotoimet kenttälääkinnän eri portaissa. Teoksessa K. Koskenvuo (toim.) *Kenttälääkintä*. Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto. Hämeenlinna: Karisto Oy, 83–90.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2004. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Vaara, J., Ohrankämmen, O., Vasankari, T., Santtila, M., Fogelholm, M., Kokkonen, E., Suni, J., Pihlajamäki, H., Mäntysaari, M., Häkkinen, A., Häkkinen, K. & Kyröläinen, H. 2009. Reserviläisten fyysinen suorituskky 2008. Pääesikunta henkilöstöosasto, koulutussektori.

Vehmasvaara, P. 2004. Ensihoitotyön fyysinen kuormittavuus ja ensihoitajien työkyvyn fyysisiä edellytyksiä arvioivan testistön kehittäminen. Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede 324. Kuopio: Kopijyvä.

Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W. & Whipp B. J. 2005. *Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications*. Fourth Edition. USA: Edwards Brothers.

Williford, H. N., Duey, W. J., Olson, M. S., Howard, R. & Wang, N. 1999. Relationship between fire fighting suppression tasks and physical fitness. *Ergonomics* 42(9), 1179–1186.

Wilmore, J. H. & Costill D. L. 2004. *Physiology of Sport and Exercise*. Third Edition. Hong Kong.

LIITELUETTELO

Liite 1. Evakuointisuoritus 1.

Liite 2. Evakuointisuoritus 2.

Liite 3. Evakuointisuoritus 3.

Liite 4. Evakuointisuoritus 4.

EVAKUOINTISUORITUS 1

Yksi auttaja raahaa 30 metriä. Suorituksen keskimääräinen kesto oli 65 sekuntia.



EVAKUOINTISUORITUS 2

Yksi auttaja kantaa palomiehenotteella 100 metriä. Suorituksen keskimääräinen kesto oli 60 sekuntia.



EVAKUOINTISUORITUS 3

Kaksi auttajaa vetää ahkiolla 200 metriä. Suorituksen keskimääräinen kesto oli 75 sekuntia.



EVAKUOINTISUORITUS 4

Kaksi auttajaa kantaa paareilla 230 metriä. Suorituksen keskimääräinen kesto oli 185 sekuntia.

